

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene
und -technologie, Fachrichtung Fleischhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

**Untersuchung von gefrorenen Brathähnchen
zur Ermittlung von Auftauverlust und
bakteriologischer Beschaffenheit unter
besonderer Berücksichtigung
des Auftauverfahrens**

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Alexander Danco
Tierarzt aus Dortmund

Berlin 1977
Journal-Nr. 883

Aus dem Institut für Lebensmittelhygiene, Fleisch-
hygiene und -technologie, Fachrichtung Fleischhygiene
des Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

UNTERSUCHUNG VON GEFRORENEN BRATHÄHNCHEN ZUR ERMITTLUNG
VON AUFTAUVERLUST UND BAKTERIOLOGISCHER BESCHAFFENHEIT
UNTER BESONDERER BERÜCKSICHTIGUNG DES AUFTAUVERFAHRENS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Alexander Danco
Tierarzt aus Dortmund

Berlin 1977
Journal-Nr. 883

Gedruckt mit Genehmigung des
Fachbereichs Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Vorsitzender: Prof. Dr. H.-H. Frey
Referent: Prof. Dr. U. Götze
Korreferent: Prof. Dr. S. Grund



Tag der Promotion: 24. Januar 1977

INHALTSVERZEICHNIS

1. <u>Einleitung</u>	Seite 1
2. <u>Literaturübersicht</u>	4
2.1. Kontamination von Schlacht- geflügel	4
2.2. Hygienische Bedeutung einzelner Mikro- organismen	7
2.3. Methoden der Probenahme zur bakteriologischen Untersuchung von Schlachtgeflügel	18
2.4. Aufnahme von Fremdwasser bei der Geflügelfleischgewinnung und seine Feststellung	21
3. <u>Eigene Untersuchungen</u>	28
3.1. Material	28
3.2. Methode	28
3.2.1. Auftauverfahren	29
3.2.1.1. Zimmertemperatur	29
3.2.1.2. Wasserbad	29
3.2.1.3. Mikrowellenherd	30
3.2.2. Einzeluntersuchungen	30
3.2.2.1. Auftauverlust	30
3.2.2.2. Körpertemperatur	30
3.2.2.3. pH-Wert	31
3.2.2.4. Gesamteiweißgehalt	31
3.2.2.5. Bakterieller Status des Tauwassers	31
3.2.2.5.1. Gesamtkeimzahl	31
3.2.2.5.2. Enterobacteriaceae	32
3.2.2.5.3. Pseudomonadaceae	32
3.2.2.5.4. Staphylococcae	33
3.2.2.5.5. Clostridium perfr.	33
3.2.2.5.6. Salmonellae	34

4. <u>Ergebnisse</u>	35
4.1. Vergleich von drei Auftauverfahren (Auf- tauen an der Luft bei Zimmertemperatur, im temperierten Wasserbad und im Mikro- wellenherd)	35
4.1.1. Ergebnisse Untersuchungen I	35
4.1.2. Besprechung der Ergebnisse I	44
4.2. Einfluß der Auftauzeit auf Auftauverluste und bakteriologische Beschaffenheit von im Wasserbad aufgetauten Brathähnchen	56
4.2.1. Ergebnisse Untersuchungen II	56
4.2.2. Besprechung der Ergebnisse II	69
4.3. Auftauen von Brathähnchen im Wasserbad	76
4.3.1. Ergebnisse Untersuchungen III	76
4.3.2. Besprechung der Ergebnisse III	85
5. <u>Abschließende Besprechung</u>	93
6. <u>Zusammenfassung</u>	102
7. <u>Literaturverzeichnis</u>	108

Abkürzungen

BPh	Brillantgrün-Phenolrot-Nährboden
Cl.p.	Clostridium perfringens
D	Hähnchen deutscher Herkunft
Eb	Enterobacteriaceae
Ew-Gehalt	Eiweiß-Gehalt
GfLHG	Geflügelfleischhygienegesetz
GfLUV	Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung
GKz	Gesamtkeimzahl, mesophiler aerober Keimgehalt
Mw	Mikrowellenherd
Nl	Hähnchen niederländischer Herkunft
Ps	Pseudomonadaceae
S	Salmonellae
s	Standardabweichung
St	Staphylococcae
Tw	Tauwasser
Twm	Tauwassermenge
v	Variationskoeffizient
Wb	Wasserbad
$\bar{x}$	Arithmetisches Mittel
$\bar{x}_G$	Geometrisches Mittel
Ztp	Zimmertemperatur

1. Einleitung

Der Geflügelfleischverzehr hat in den letzten zwei Jahrzehnten zunehmend an Bedeutung gewonnen. Geflügel ist zu einem festen Bestandteil des häuslichen Speisezettels geworden. An dem Verbrauch von insgesamt 8,6 kg pro Kopf/Jahr (258) nimmt das Fleisch von Brathähnchen, das den Forderungen der modernen Ernährungswissenschaft, insbesondere wegen seines hohen Eiweiß- und geringen Fettgehalts sowie seiner hohen biologischen Wertigkeit und guten Verdaulichkeit, weitgehend entspricht, mit etwa zwei Dritteln den ersten Rang ein.

Brathähnchen gelangen in Deutschland vor allem als koch- und bratfertige Ware gefroren oder tiefgefroren in den Handel. In den USA dagegen, dem mit 25 kg/Kopf und Jahr führenden Geflügelfleischkonsumenten, findet man die Ware häufig frisch oder aber bereits wieder aufgetaut in den Auslagen. Eine so angebotene Ware erspart dem Verbraucher nicht nur länger dauerndes Auftauen. Beim Einkauf gestattet sie ihm auch weit besser als es bei gefrorenem Geflügel möglich ist, eine ausreichende Prüfung der Beschaffenheit des Schlachtkörpers und schützt ihn überdies vor Auftauverlusten. Die Angebotsform "aufgetaut" ist in der für Deutschland gültigen Handelsklassenverordnung (261) seit 1971 nicht mehr vorgesehen, und frisches, ungefrorenes Geflügelfleisch spielt mit einem Marktanteil von knapp 20% eine weniger große Rolle.

Infolge seiner besonderen Gewinnungstechnologie vermag gefrorenes Geflügel in beträchtlichem Umfang Fremdwasser zu enthalten. Dies kann zu einer Täuschung des Konsumenten führen, der am gefrorenen Tierkörper Fremdwasser nicht ohne weiteres erwartet und festzustellen in der Lage ist. Geflügelfleisch kann aber auch Träger von für den Menschen pathogenen und zu Lebensmittelvergiftungen Anlaß gebenden Mikroorganismen sein.

Dennoch gibt es für gefrorenes Geflügelfleisch bis heute weder auf der Produktionsstufe noch im Bereich der amtlichen Lebensmittelüberwachung oder für den Import einheitliche Untersuchungsverfahren und Untersuchungsvorschriften. Die Mitglieder der EG bemühen sich seit vielen Jahren, die Hygiene der Fleischgewinnung bei Geflügel zu verbessern. Zielvorstellung ist es, hygienisch einwandfreie Lebensmittel zu gewinnen, die im innergemeinschaftlichen Warenverkehr Freizügigkeit besitzen. Sichtbarer Ausdruck dieses Bemühens ist die "EWG-Richtlinie zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch" vom 15. Februar 1971 (262), die durch das Geflügelfleischhygienegesetz (GfLHG) vom 12. Juli 1973 (264) und vier Rechtsverordnungen zu seiner Durchführung in nationales Recht übergeführt wurde.

Solange jedoch eine völlige Harmonisierung der Hygiene im Bereich der Geflügelfleischgewinnung in den Mitgliedsstaaten noch nicht erreicht ist, sieht der Gesetzgeber eine Eingangsuntersuchung für zu importierendes Geflügel, das etwa die Hälfte des bei uns verzehrten Geflügelfleisches ausmacht, vor. In diesem Zusammenhang ist auf die Anlage 4, Abschnitt I der Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung (GfLUV) vom 24. Juli 1973 (265) zu verweisen. Dort wird die Zahl der zu untersuchenden Tiere je Charge angegeben. Darüber hinaus wird auch festgelegt, daß von gefroren eingeführtem Geflügel eine Stichprobe in einem Wasserbad mit gleichmäßig bewegtem, 40 - 45°C warmem Wasser aufzutauen ist. So aufgetaute Tierkörper sind zu besichtigen, zu durchtasten und anzuschneiden. Dabei ist auf Abweichungen der Konsistenz, der Farbe und des Geruchs zu achten. Reicht diese Prüfung der substantiellen Beschaffenheit nicht aus, dann sind nach Ziffer 7 weitergehende Untersuchungen vorzunehmen, die sich vor allem auf Rückstände und die in § 13 Abs. 2 des GfLHG genannten nicht zulässigen Behandlungsverfahren beziehen. Hierzu zählt auch die Aufnahme von mehr Flüssigkeit in das Geflügelfleisch als technisch unvermeid-

bar ist. Nicht ausdrücklich genannt, weil Art und Weise der Durchführung weitergehender Untersuchungen in der Begründung zur GFLUV in die Verantwortung der jeweils zuständigen Behörde gestellt sind, wird die Erhebung eines bakteriellen Status. Für ihn, wie auch für die Prüfung der substantiellen Beschaffenheit und der aufgenommenen Fremdwassermenge, gibt es weder einheitliche Methoden noch Beurteilungsstandards.

In der vorliegenden Arbeit soll daher auf Anregung von Herrn Prof. Dr. U. Götze das vorgeschriebene Auftaungsverfahren im Wasserbad mit zwei weiteren Auftaungsverfahren verglichen und dabei überprüft werden, welches der drei Verfahren den Hygieneparametern substantielle Beschaffenheit, Tauwasserverlust und bakterieller Status einerseits sowie Praktikabilität und Aussagekraft einer amtlichen Untersuchung andererseits gleichermaßen gerecht wird.

2. Literaturübersicht

2.1. Kontamination von Schlachtgeflügel

Bei der Schlachtung von Geflügel sind die einzelnen Tierkörper in mannigfaltiger Weise einer Kontamination mit verderbnisfördernden und gesundheitsschädlichen Mikroorganismen ausgesetzt. Bereits die zur Schlachtung gelangenden lebenden Tiere tragen auf Gefieder und Ständern eine reichhaltige Bakterienflora mit sich, zu der unter anderem Enterobacteriaceae, Bacillaceae, Micrococcaceae und Pseudomonadaceae zählen. Diese Mikroorganismen, vermehrt um die beim Eviszerieren aus Kloake oder Darmschnitten austretenden Darmbakterien sowie um die in den Kühlanlagen befindliche psychrotolerante und auch vom arbeitenden Personal ausgehende Flora, können während des gesamten Gewinnungsprozesses die äußere und innere Oberfläche eines Schlachtkörpers in unterschiedlichem Umfang kontaminieren.

Fleisch von Schlachtgeflügel ist gegenüber äußeren Einflüssen empfindlicher als das anderer Tierarten. Seine Haut ist sehr viel zarter und mechanischen Beanspruchungen, wie dem Rupfen, weit weniger gewachsen als die Schwarte der Schweine beispielsweise, die ebenfalls gebrüht und dann mechanisch enthaart wird. Beim Hochbrühen mit etwa 60°C heißem Wasser wird die Epidermis gelockert und beim mechanischen Rupfen zusammen mit den Federn entfernt (CLARK 36). Noch höhere Temperaturen verstärken diesen Effekt, wobei auch das Str.germ. inaktivum in Mitleidenschaft gezogen werden kann (KLOSE, KAUFMAN u. POOL 105). Kleine Hautläsionen und die nach der Entfernung der Federn nun offenen Follikel bieten einer Kontamination an den verschiedenen Stationen der Schlachtlinie gute Chancen.

Über die vielfältigen Möglichkeiten einer bakteriellen Verunreinigung von Schlachtgeflügel liegen zahlreiche Untersuchungen vor. Auf die Bedeutung präventiver Maßnahmen be-

reits im Mastbetrieb, die schließlich den sekundären hygienischen Aufwand in den Schlachtereien verringern helfen, weist GERRIETS (52) hin. Nicht selten kommt das Geflügel schon latent infiziert zur Schlachtung (LÖLIGER, MATTHES u. SCHUBERT 135; PIETZSCH u. LORENZ 180). Massentierhaltung, wie sie heute bei Geflügel üblich ist, und das Schlachten hoher Stückzahlen pro Zeiteinheit bringen für den verarbeitenden Betrieb große hygienische Probleme mit sich, die mit der Anlieferung und der Desinfektion der Transportkäfige beginnen (GERRIETS 52; LEVETZOW 131). Auch gesunde Tiere schleppen an Haut, Federn und Ständern bereits Millionen (10^8 /g) von Bakterien in den Schlachtbetrieb ein (BARNES 11), die die weitere Bearbeitung des Geflügels belasten. Im Verlauf des Schlachtprozesses bis zum fertigen Produkt haben sich vor allem drei hygienisch bedeutsame Schwerpunkte herauskristallisiert, und zwar

1. das Brühen und Rupfen, 2. die Eröffnung der Bauchhöhle und Herausnahme der Eingeweide sowie 3. die Kühlung im Eiswasser (BARTELS u. WÖHNER 16; BERNER u. SCHOLTYSEK 22; GERRIETS 52; GROBKLAUS u. LESSING 69; GROBKLAUS u. LEVETZOW 72; GYÖRGY 76; LEVETZOW 131; PERIĆ, ROSSMANITH u. LEISTNER 176; SCHMIDHOFER 196; VAN SCHOTHORST, NOTERMANS u. KAMPELMACHER 205; WATSON u. BROWN 243; ZRENNER u. TRAUTWEIN 257).

Die bakterielle Besiedlung eines Schlachtkörpers steigert sich nicht von Stufe zu Stufe im Sinne einer Kumulation. Zwischen einzelne Arbeitsgänge in unterschiedlichem Abstand installierte Brauseeinrichtungen sorgen jeweils für ein zwischenzeitliches Abspülen. Dabei wird allerdings vorwiegend die oberflächlich kontaminierende Flora erreicht. Die sich bereits vor dem Schlachten auf der Haut des Geflügels befindenden Keime dagegen haften fester als die während des Verarbeitungsprozesses aufgenommenen, die sich gewöhnlich in einem dünnen, der Oberfläche aufliegenden Wasserfilm befinden, der durch Sprühen und Duschen während des Schlachtens entfernt werden kann (NOTERMANS u.

KAMPELMACHER 163). Auch die Begeißelung von Mikroorganismen vermag das Haftvermögen auf der Geflügeloberfläche zu erhöhen, ebenso wie ein Teil der Keime während und nach dem Rupfen durch Federfollikel und Hautläsionen unter die Haut gelangt. Einen vollen Ersatz für mangelhafte Schlachthygiene vermag das Abbrausen letztlich also nicht zu schaffen (MAY 141).

Mannigfaltig sind die Bemühungen, um den mikrobiellen Verschmutzungsgrad so niedrig wie möglich zu halten. Verbesserungsvorschläge betreffen einmal die Schlachttechnik selbst, und zwar den Brüh- und Rupfvorgang, ferner vor allem die Eviszeration, um die Keimbelastung des nachfolgenden Kühlers zu senken und schließlich auch den Spinchiller selbst (BERNER u. SCHOLTYSEK 22; BRANT 26; BÜCHLI, VAN SCHOTHORST u. KAMPELMACHER 29; CASALE, MAY u. POWERS 33; GISKE u. GLEES 55; GLEES, DANNEIL u. GATTERMANN 56; GÜTZE 58, 59; KNOOP, PARMELEE u. STADELMAN 106; KOTULA, BANWART u. KINNER 108; KOTULA, THOMSON u. KINNER 110; KUSCHFFELDT u. THIEL 115; LEISTNER 125; LEISTNER, ROSSMANITH u. WOLTERSDORF 127; LORENZ 137; MAY 141; MULDER u. VEERKAMP 159, 160; NOTERMANS, JEUNINK, VAN SCHOTHORST u. KAMPELMACHER 162; PATRICK, GOODWIN, COLLINS, WYCKE u. LOVE 170; PERIĆ, ROSSMANITH u. LEISTNER 177; RISTIĆ 187; SANDERS u. BLACKSHEAR 192; SCHOLTYSEK u. BERNER 200; SCHOLTYSEK, HEIMBACH u. BERNER 201; STANTSCHIEFF 220; SZENTKUTI, PAVLUS u. LEISTNER 227; THOMSON, COX, WHITEHEAD u. MERCURI 233; VACINEK u. TOLEDO 237; VEERKAMP u. HOFMANS 239; VEERKAMP, MULDER u. GERRITS 240). Beim Eintritt in den Spinchiller geben die Tierkörper nämlich ein Muster ihrer individuellen Keimflora an das sprudelnde Kühlwasser ab, das dann von der äußeren und inneren Oberfläche des erschlachteten Hohlkörpers in unterschiedlichem Umfang aufgenommen wird (GÜTZE 58). Die bakterielle Kontamination bringt nicht nur gesundheitliche Risiken für den Verbraucher mit sich, besonders wenn pathogene und Lebensmittelvergiftungen auslösende Mikroorganismen, wie Salmonellen,

enteropathogene E.coli, koagulase-positive Staphylokokken und Clostridium perfringens, aufgenommen werden. Höhe und qualitative Zusammensetzung können auch von entscheidender Bedeutung für die Haltbarkeit des gewonnenen Fleisches sein (AYRES 4; BELLSTEDT 18; ESSARY, MOORE u. KRAMER 42; FROMM 45, 46; LORENZ 137; MALLMANN, DAWSON, SULTZER u. WRIGHT 138; MAY, IRBY u. CARMON 144; SAUTER, ARDREY u. PETERSON 193).

2.2. Hygienische Bedeutung einzelner Mikroorganismen

Wenngleich das Muskelfleisch gesunder und ausgeruht zur Schlachtung kommender Tiere als nahezu steril anzusehen ist, so muß schließlich doch, bedingt durch die Gewinnungstechnologie, grundsätzlich mit dem Vorkommen eines jeden Mikroorganismus auf der Oberfläche des Schlachtkörpers gerechnet werden. Nicht jede Bakterienart aber ist von gleichem hygienischen Interesse. Das Augenmerk richtet sich in erster Linie auf verderbnisfördernde Mikroorganismen, die die substantielle Beschaffenheit und Lagerfähigkeit zu beeinträchtigen vermögen sowie auf den Verbraucher gefährdende Infektions- und Intoxikationserreger.

Aus dem mesophilen, aeroben Keimgehalt (GKz) läßt sich ein Eindruck von der Hygiene des Schlachtprozesses in seiner Gesamtheit gewinnen. Zwar weisen die Haut von Geflügel, ihre Federn und Ständer bereits vor dem Schlachten einen hohen Keimgehalt auf, die Schlachttechnik jedoch sollte so beschaffen sein, daß nicht mehr Keime als technologisch unvermeidbar vom erschlachteten Hohlkörper aufgenommen werden und an ihm verbleiben. Eine Anreicherung bestimmter Keimarten darf auf keinen Fall stattfinden. Bei Rückschlüssen vom bakteriellen Status des fertigen Produkts auf die hygienischen Bedingungen bei der Gewinnung müssen die Umstände der zwischenzeitlichen

Lagerung berücksichtigt werden, während der eine Vermehrung, aber auch eine Verminderung einzelner Spezies oder aller Keimarten eingetreten sein kann. Für gefrorenes Geflügel kommen als weitere Gesichtspunkte noch das Einfrieren und Wiederauftauen hinzu, Vorgänge, die durchaus geeignet sind, die Keimflora zu verändern (SCHMIDT-LORENZ 197, 198).

Als Verderbniserreger, vor allem kühlgelagerter Lebensmittel, finden Pseudomonaden (Ps) starke Beachtung (AYRES 4; AYRES, OGILVY u. STEWART 5; BARNES 10; BARNES u. IMPEY 12; FISHWICK u. LEA 43; GREY u. LEA 67; LEA, STEVENS u. SMITH 119; McMEEKIN 146; NAGEL, SIMPSON, VAUGHN u. STEWART 161; PETERSON u. GUNDERSON 178). Die Keimentwicklung dieser psychrophilen Mikroorganismen hängt entscheidend von der Kühl- bzw. Gefriertemperatur bei der Lagerung ab. Zwischen 0°C und $+5^{\circ}\text{C}$ steigt der oberflächliche psychrophile Keimgehalt des Geflügels überproportional an (AYRES, WALKER, FANELLI, KING u. THOMAS 6; SILLIKER, SHANK u. ANDREWS 208). Die mittlere Generationszeit beträgt nach CLARK (35) 12 Stunden. Aber auch noch im Temperaturbereich von -2°C bis -8°C ist bei länger dauernder Lagerung kleinstückiger Lebensmittel mit einem **erheblichen** mikrobiellen Verderb zu rechnen (SCHMIDT-LORENZ 198). Die einzelnen Stadien der Veränderungen korrelieren mit bestimmten Keimzahlen. So treten ab 10^7 Keimen/ cm^2 Geruchsabweichungen auf, ab $10^8/\text{cm}^2$ zeigte sich das erste Stadium der Schleimbildung in Form einer Klebrigkeit, und ab $10^9/\text{cm}^2$ schließlich sind eine verbreitete Schleimschicht und typischer Psychrophilen-Geschmack vorhanden (INGRAM u. DAINTY 89).

Unspezifische Lebensmittelintoxikationen durch Pseudomonaden sollen vorkommen, gelten jedoch nicht als bewiesen (REUTER 186), zumal die sensorischen Veränderungen bei kritischen Keimzahlen bereits so ausgeprägt sind, daß mit einem Verzehr nicht zu rechnen ist.

Beim lebenden Tier ist vor allem das Federkleid mit Pseudomonaden kontaminiert. Im Verlauf des Ausschlachtens gelangen die Keime auch auf die Oberfläche der Haut und der Leibeshöhle. Da die Epidermis als schützende äußere Hautschicht bei höheren Brühtemperaturen mit dem Rupfen entfernt wird, sind derartige Tiere eher einer Verderbnis ausgesetzt als unter gleichen Bedingungen gelagerte niedergebrühte mit nahezu intakter Epidermis (CLARK 35, 36). Pseudomonaden können in mit Kühlwasser und Splittereis gefüllten Kühlbassins in beträchtlichem Umfang vorkommen. Sie finden dort bei Temperaturen von 0 bis +3°C noch günstige Vegetationsbedingungen (KNOOP, PARMELEE u. STADELMAN 106) und vermögen während des Kühlvorgangs das Kühlgut zu kontaminieren (SKOVGAARD 216). Nach der Spinchiller-Kühlung betrug der Anteil cytochromoxydase-positiver Mikroorganismen, also vor allem der Pseudomonaden, an der Gesamtflora nach PERIĆ, ROSSMANITH u. LEISTNER (176) 30 - 50% des Oberflächenkeimgehaltes. STOKES u. REDMOND (222) bezeichnen 67% der gesamten Flora von gefrorenem Geflügel als psychrophil, wobei Pseudomonaden überwiegen (LAHELLEC, MEURIER, BENNEJEAN u. CATSARAS 117). Mit einem anderen Kühlverfahren, der Eiswassersprühkühlung, bei der stets frisches Wasser von Trinkwasserqualität auf die Tierkörper einwirkt, ließ sich der Anteil der Pseudomonaden an der Gesamtflora auf 3 - 7% senken (PERIĆ, ROSSMANITH u. LEISTNER 177). Verschiedentlich wird auf die Bedeutung der Betriebs- und Schlachthygiene hingewiesen (KIELWEIN 95, 96; SCHMIDHOFER 196), wobei insbesondere der Reinigung und Desinfektion der Kühlanlagen große Bedeutung beigemessen wird.

Neben den als Infektionserreger hervorzuhebenden Salmonellen wird den Bakterien aus der Familie der Enterobacteriaceae (Eb) im allgemeinen, coliformen Keimen bzw. E.coli Typ I im besonderen, Aufmerksamkeit geschenkt. Wegen ihres obligaten Vorkommens im menschlichen und tierischen Darm wird das Vorhandensein von Eb auf Lebens-

mitteln als Indikator fäkaler Verunreinigung angesehen und vor allem auf mangelnde Schlachthygiene im Bereich der Eviszeration zurückgeführt. Die Feststellung der Enterobacteriaceae-Zahl wird daher von einigen Autoren (HUNYADI, LEISTNER u. LINKE 85; LEISTNER u. SZENTKUTI 128; SZENTKUTI 226) zur Beurteilung der Geflügelschlachthygiene herangezogen.

Nicht erst mit der Eviszeration aber, sondern bereits beim Brühen von Tieren, deren Federkleid und Ständer mit Kotpartikeln mehr oder weniger verschmutzt sind, tritt eine Verunreinigung des Schlachtgeflügels mit Eb ein (GÖTZE 58; SCHULER u. BADENHOP 206). Sie werden durch die Gummifinger der Rupfer in die Haut geradezu einmassiert. Ihre Anzahl läßt sich durch anschließendes intensives Abbrausen bestenfalls verringern. Neben einer äußeren Kontamination ist auch an eine lymphohämato gene Ausbreitung der Eb zu denken. So wies SADLER (190) bei 26,7% von 3970 Brathähnchen coliforme Bakterien in der Leber nach. Nicht zuletzt deshalb wurden von BURTON (32) als Indikator fäkaler Verunreinigung die nur im Darm anzutreffenden Enterokokken vorgeschlagen. Jedoch hat sich dieses Verfahren zur Kontrolle in der Lebensmittelindustrie bislang nicht durchsetzen können.

Von den pathogenen Mikroorganismen stehen Salmonellen, koagulase-positive Staphylokokken und Clostridium perfringens beim Geflügel im Vordergrund. Daneben ist mit dem Vorkommen enteropathogener E.coli-Stämme zu rechnen (LEISTNER 122, 123; TAMURA, HECHELMANN u. LEISTNER 228) sowie mit dem in jüngster Zeit beschriebenen Vibrio fetus (Campylobacter fetus) (SMITH II u. MULDOON 218) und möglicherweise auch mit Yersinia enterocolitica (LEISTNER 126).

Die hohe Kontagiosität und weite Verbreitung sowie die ständig zunehmende Anzahl menschlicher Erkrankungen haben die Literatur über Salmonellen stark anschwellen

lassen. Nach KAUFMANN (93) können alle Salmonella-Spezies für Mensch und Tier pathogen sein. Allerdings spielen Prädisposition, Zahl der aufgenommenen Bakterien und ihre Virulenz für die Auslösung von Krankheitserscheinungen eine nicht unwesentliche Rolle (IDZIAK u. CROSLLEY 87; LANG 118).

In experimentellen Untersuchungen konnte nachgewiesen werden, daß lebende Tiere vor der Schlachtung bereits zu 10 - 12% latent mit Salmonellen infiziert waren (PIETZSCH u. LEVETZOW 179). Von geschlachteten Tierkörpern aber ließen sich die Erreger meist in erheblich höherem Maße isolieren. So waren nach SIEMS, HILDEBRANDT, INAL u. SINELL (207) 51,4% des untersuchten Schlachtgeflügels, nach GROßKLAUS u. NEUSCHULZ (73) bis zu 50% der untersuchten Hähnchen mit Salmonellen behaftet. BULLING u. PIETZSCH (30) berichteten dagegen nur von 20,5%, GÖTZE (58) von 13,3% bzw. 14,1% (57, 58) infizierter Geflügelschlachtkörper. Einzelne Chargen, so fanden BULLING u. PIETZSCH (30), können allerdings bis zu 58% infiziert sein. Die Kontaminationsrate gefrorenen Geflügels in Japan schwankte zwischen 3,8 und 44,4% (SUZUKI, KAWANISHI, KONUNA u. TAKAYAMA 225). LEISTNER, ROSSMANITH u. WOLTERS DORF (127) schätzen auf Grund von Literaturangaben, daß mit einer Rate kontaminierter Schlachtkörper von durchschnittlich 30% gerechnet werden muß.

Der Grund für das gehäufte Vorkommen von Salmonellen auf Geflügelschlachtkörpern ist in der gesamten Schlachttechnologie, vor allem in einer Kreuzkontamination bei der Eisswassertauchkühlung, zu sehen (BROBST, GREENBERG u. GEZON 27; BULLING u. PIETZSCH 30, 31; GERLACH 51; GROßKLAUS u. LESSING 69; GROßKLAUS u. LEVETZOW 71; GROßKLAUS u. NEUSCHULZ 73; LINDERHOLM 134; MORRIS u. WELLS 153; NOTERMANS, VAN LEUSDEN, VAN SCHOTHORST u. KAMPELMACHER 164; VAN SCHOTHORST, GUINÉE, KAMPELMACHER u. VAN KEULÉN 202; SZENTKUTI, PAVLUS u. LEISTNER 227; WOODBURN u. STADELMAN 255). Der Kontaminationsgrad des einzelnen Ge-

flügelschlachtkörpers mit Salmonellen ist im allgemeinen gering. Ihre Isolierung gelingt meist erst über eine Anreicherung (BULLING u. PIETZSCH 30; GÖTZE 58; PIETZSCH u. LEVETZOW 179; WOODBURN 254).

Es hat nicht an Vorschlägen gefehlt, die Hygiene bei der Gewinnung insgesamt zu verbessern und damit einer Salmonella-Kontamination entgegenzuwirken (BARTELS u. WÖHNER 16; BERNER u. SCHOLTYSEK 22; GROßKLAUS 68; LINDERHOLM 134; SCHMIDHOFER 196; THOMSON, BANWART, SANDERS u. MERCURI 232). Der Zusatz von Chlor zum Kühlwasser zur Reduzierung besonders der gramnegativen Flora, ein Vorgehen, wie es unter anderem in den USA, in England und Schweden zulässig und üblich ist, ist in der Bundesrepublik Deutschland nicht erlaubt.

Besonderes Gewicht ist aber auf die Bekämpfung der Salmonellen in den Beständen selbst zu legen mit dem Ziel, salmonellafreie Herden als hygienisch einwandfreies Ausgangsmaterial für die Schlachtung zu schaffen. Einsetzen salmonellafreier Eintagsküken in den Maststall und Vermeidung der Infektion während der Mast, vor allem durch Verwendung salmonellafreier Futtermittel (ZINDEL 256), sowie ständige Untersuchung einzelner Tiere zur Kontrolle des Gesamtbestands sind die wichtigsten Maßnahmen (BENTLER 20), um der Salmonellose bereits am Ursprung zu begegnen.

Wurde früher die Notwendigkeit einer Schlachtgeflügeluntersuchung überhaupt bestritten, da unter anderem gesundheitliche Gefahren durch den Verzehr von Geflügelfleisch für den Menschen als kaum gegeben angesehen wurden (JURCIK 90; THELOE 231), so hat sich diese Auffassung gerade unter dem Eindruck der steigenden Anzahl menschlicher Salmonellosen in der Gegenwart grundlegend gewandelt. Durch die mit der küchenmäßigen Zubereitung verbundene Erhitzung werden Salmonellen im allgemeinen zwar abgetötet (GROßKLAUS u. LEVETZOW 71). Gefahr droht jedoch durch das beim Auftauen anfallende infizierte Tauwasser, durch das über Schmier-

infektionen direkt oder über kontaminierte Hände bzw. Küchengeräte indirekt andere Lebensmittel, vor allem solche, die roh verzehrt werden, verunreinigt werden können. Diese Bedrohung ist sowohl im privaten Haushalt als auch besonders in Gaststätten mit ihren breiteren Streuungsmöglichkeiten ständig vorhanden (BENTLER 20; LINDERHOLM 134; WOODBURN 254).

Staphylococcus aureus (St), insbesondere die als Ursache für Lebensmittelintoxikationen geltenden koagulase-positiven Stämme, sind auch aus Gefriergeflügel wiederholt isoliert worden. Die Plasma-Koagulase-Reaktion auf eigelbhaltigen Nährböden gilt als Zeichen der Pathogenität. Sie stimmt allerdings mit der Enterotoxinbildung nicht vollständig überein (FLIS, LENKIEWICZ u. LOJKIEWICZ 44; MOSSEL 154). Auch koagulase-positive Stämme können Eigelb-negativ sein, wenngleich diese Differenz nach SINELL u. BAUMGART (210) mit 2,8% für Staphylokokken, die aus Lebensmitteln stammen, gering ist. Für die Übereinstimmung der Eigelb- mit der Plasma-Koagulase-Reaktion ist nicht zuletzt auch die Bebrütungstemperatur von Bedeutung (KUSCH u. SINELL 114). Die Häufigkeit der Enterotoxinbildung von St ist allerdings umstritten. Beim Geflügel soll sie in geringerem Umfang vorkommen (GENIGEORGIS u. SADLER 50; HAJEK u. MARŠALEK 77). Bei anderen Schlachttieren waren von 341 Stämmen 57% Enterotoxinbildner (SKOVGAARD 217). BENDIG (19) gibt den Anteil enterotoxinbildender Stämme der bei Lebensmittelvergiftungen isolierten Staphylokokken mit 20% an, wobei nach TERAYAMA, IGARASHI, USHIODA u. ZEN-YOJI (229) die Enterotoxine A und D überwiegen.

Über den Kontaminationsgrad von Schlachtgeflügel mit Staphylokokken liegen nur wenige Angaben in der Literatur vor. ROBERTS (188) isolierte St von durchschnittlich 63% des untersuchten gefrorenen Geflügels, wobei einzelne Chargen bis zu 88% kontaminiert waren. Im Tauwasser von Brathähnchen wies GÖTZE (57) *Staphylococcus aureus* zu 30%

und in einer weiteren Arbeit (58) je nach Herkunft der Tiere zwischen 20 und 76% nach, im Mittel 42,7%. Die Konzentration im Drip war mit $1,1 \times 10^2/\text{ml}$ gering. Ähnliche Resultate hatte PATTERSON (173). 84,2% des untersuchten gefrorenen Geflügels war mit weniger als $10^2/16 \text{ cm}^2$ kontaminiert.

Gegen eine Infektion bereits im Ei spricht die völlige Staphylokokkenfreiheit von Eintagsküken (KUSCH u. GÖTZE 113). Als spätere Infektionsquellen kommen Einstreu, Futtermittel und der Mensch in Frage. Futtermittel erwiesen sich nach MATTHES, LÖLIGER u. SCHUBERT (140) mit 10^7 bis 10^8 Staphylokokken pro g verunreinigt. Bei 14 Tage alten Küken isolierten KUSCH u. GÖTZE (113) in Rachen- und Kloakenabstrichen zu 63 bzw. 37% koagulase-positive St. Ihr biochemischer Status legt zum großen Teil menschlichen Ursprung nahe. Sie halten es deshalb für wahrscheinlich, daß die Kontamination des Geflügels durch den Menschen bereits vor dem Schlachten erfolgt. Auch SKOVGAARD (217) schiebt dem Menschen die Rolle als Zwischenträger zu, da die Schlachttiere schon vor dem Schlachten auf der Haut zu 60% und in den Tonsillen zu 53% kontaminiert sind. Mit Hilfe der Phagentypisierung gelang PATTERSON (174) der Nachweis, daß die Mehrzahl der vom Geflügelschlachtkörper isolierten Stämme menschlichen Ursprungs ist.

Vor allem während des Schlachtprozesses kann eine wechselseitige Kontamination mit *Staphylococcus aureus* zwischen Schlachtgeflügel und Mensch erfolgen. So ließen sich aus lokalen Infektionen an Händen von Geflügelarbeitern zu 40% dieselben Staphylokokken isolieren wie aus Quetschwunden der Haut von Brathähnchen (HAMDY u. BARTON 78; ROSKEY u. HAMDY 189). Die Phag-Typen der aus den Quetschwunden isolierten St stimmten mit den von den Händen der erkrankten Arbeiter isolierten völlig überein.

Einige Autoren berichten, daß von Geflügel isolierte St sich von denen anderer Haustiere und des Menschen unterscheiden. Über die abweichenden Charakteristika besteht in der Literatur allerdings keine einheitliche Auffassung. Hervorgehoben werden jedoch Unterschiede bei der Phagentypisierung, Fehlen des Beta-Hämolysins sowie das Verhalten im Kristallviolett-Test (BAJLJOSOV, SACHARIEV u. GEORGIEV 9; DEVRIESE, DEVOS, BEUMER u. MAES 40; HÁJEK u. MARŠALEK 77). Auf Grund der von ihnen festgestellten charakteristischen Eigenschaften nehmen BAJLJOSOV et al. (9) an, daß bei Geflügel eine spezifische Varietät von *Staphylococcus aureus* vorherrscht.

Die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch eine Infektion mit vom Geflügel stammenden St ist, abgesehen von lokalen Erkrankungen besonders exponierter Personen, eher gering einzuschätzen. Die niedrige Konzentration der Keime und die Erhitzung des Fleisches vor dem Verzehr schützen den Verbraucher vor einer Lebensmittelintoxikation weitgehend. Wie auch bei anderen Keimarten besteht jedoch die Möglichkeit, über eine Schmierinfektion sowie nach Vermehrung in einem geeigneten Substrat, eine Erkrankung auslösen zu können. Durch Verfütterung nutritiver Antibiotikadosen ist ein hoher Prozentsatz der St antibiotikaresistent (KUSCH u. GÖTZE 112; SINELL, KUSCH u. UNTERMANN 212). Eine Verbreitung dieser St stellt ein zusätzliches gesundheitliches Risiko für den Konsumenten dar, zumal MAYER (145) bei aus Kuhmilch isolierten St feststellte, daß antibiotikaresistente Stämme häufiger enterotoxinogen sind als antibiotikasensitive.

Clostridium perfringens (Cl.p.) ist lebensmittelhygienisch in zweifacher Hinsicht von Bedeutung. Einmal verfügt es über proteolytische und saccharolytische Enzyme und kann daher verderbnisfördernd wirken. Zum anderen ist es Toxinbildner und zählt zu den Lebensmittelvergiftern (LEVETZOW 130). In den USA wurde bei 29,7% aller Lebensmittelver-

giftungen *Clostridium perfringens* nachgewiesen (CRAVEN u. LILLARD 37), wobei vor allem Typ A vorkommt. Möglicherweise liegt die Zahl der Infektionen noch höher. Der kurze und komplikationslose Verlauf der durch Cl.p. verursachten Diarrhoe aber wird viele Patienten von einem Arztbesuch abhalten und damit einer mikrobiologischen Kontrolle und Registrierung entziehen. Für den Ablauf der Lebensmittelvergiftung ist die Zahl der primär aufgenommenen Cl.p.-Zellen von entscheidender Bedeutung, weil das Enterotoxin in vivo erst in den versporenden Zellen gebildet wird (LABBE u. DUNCAN 116). Deshalb ist nicht der Nachweis des Toxins selbst im Lebensmittel erforderlich, sondern es genügt die quantitative Bestimmung lebender Cl.p.-Zellen (HAUSCHILD 79). Der Nachweis von 10^5 bis 10^6 Cl.p./Gramm Untersuchungsmaterial gilt als verdächtig, eine Lebensmittelvergiftung auslösen zu können (LEVETZOW 130; PROST 181). Bei Verdachtsanalysen ist nach SCHMIDT-LORENZ (198) die Empfindlichkeit der vegetativen Keimformen gegen Kälte zu berücksichtigen. Das zu untersuchende Lebensmittel sollte vorher nicht gekühlt oder gefroren werden.

Bei lebendem Geflügel muß allgemein mit dem Vorkommen von *Clostridium perfringens* gerechnet werden. Zwar ist der Darm frisch geschlüpfter Küken als weitgehend keimfrei anzusehen (MEAD u. ADAMS 148; OCHI, MITSUOKA u. SEGA 166). Im Kontakt mit der Umwelt, insbesondere der Futteraufnahme (GÖTZE 60), aber wird schnell eine Darmflora aufgebaut, an der auch Cl.p. seinen Anteil hat. So sind nach BARNES u. IMPEY (13) mehr als 25% der gesamten Darmflora anaerobe Keime, ohne daß sie diese näher aufzuschlüsseln vermögen; Clostridien sollen jedoch stets, Cl.p. dagegen nur in vereinzelt Fällen im Darm junger Tiere vorkommen (BARNES, MEAD, BARNUM u. HARRY 14). Dagegen fand SADLER (190) bei 11,9% von 3970 untersuchten Brathähnchen Cl.p. Typ A im Darm. Aus dem Darm frisch geschlachteter Broiler isolierte GÖTZE (60) zu 41% Cl.p., etwa 50% davon erwiesen sich

als Typ A. SINHA, WILLINGER u. TRCKA (215) berichten sogar über 58% Cl.p.-positiver Geflügelkotproben.

Das natürliche Vorkommen von Cl.p. im Darm von Geflügel trägt sehr zu seiner weiteren Verbreitung bei. Über Ausscheidungen in die Einstreu gelangen sie auf die Oberfläche des Tierkörpers. LILLARD (132) konnte auf den Brustfedern lebender Hähnchen in 77% und auf den Ständern in 69% aller Fälle Cl.p. nachweisen. Bei Untersuchungen von MEAD u. IMPEY (149) betrugen die entsprechenden Werte sogar 100 bzw. 99%. Durch das Brühen werden die Keime auf die Haut übertragen, beim Tauchbrühen können sie sogar in Lungen, Luftsäcke und Kreislauf gelangen (LILLARD 133). Personal und Arbeitsgeräte verbreiten die Clostridien im weiteren Verlauf des Schlachtens. Außer dem Brühen ist die Eviszeration, bei der eine direkte oder indirekte Verschmutzung mit Darminhalt selten zu vermeiden ist, als zweite wichtige Kontaminationsquelle anzusehen.

Das vermehrte Vorkommen von Cl.p. auf Abstrichen von Einrichtungsgegenständen, wie Einzelbügeln, Arbeitsflächen, Eviszerationsräumen, Messern und Wiegeschalen sowie Personalproben (Hände, Schürzen) läßt sich nach GIBBS (53) vermutlich auf eine Anreicherung zurückführen, die dort erfolgt, wo nicht so häufig wie nötig gereinigt wird. Auf Geflügelschlachtkörpern ermittelte GIBBS (53) Clostridien zwischen 19 und 35%, von denen sich zwischen 0 und 18,2% als Cl.p. erwiesen. SZENTKUTI (226) isolierte von der Oberfläche frisch geschlachteter Hähnchen zu 13%, ROBERTS (188) bei aufgetauten Hähnchen zu 63%, in Einzelfällen sogar bis zu 92% Cl.perfringens. GÖTZE (58) fand im Tauwasser von 94,7% der untersuchten Hähnchen sulfitreduzierende, gasbildende Anaerobier, allerdings in geringer Konzentration von weniger als 50 Keimen/ml.

Durch die Keimabtötung beim Kochen oder Braten des Geflügels ist die Gefährdung der menschlichen Gesundheit durch Cl.p. im allgemeinen eher gering einzuschätzen. Nur wenn Sporen die Erhitzung überleben und Gelegenheit zur Vermehrung auf $10^5 - 10^6$ pro g Untersuchungsmaterial haben, kann mit einer Intoxikation gerechnet werden.

2.3. Methoden der Probenahme zur bakteriologischen Untersuchung von Schlachtgeflügel

Von großer Bedeutung für die bakteriologische Untersuchung eines Geflügelschlachtkörpers sind Art und Weise der Probenahme und der weiteren Aufarbeitung des entnommenen Materials. Bisher sind fünf Verfahrensweisen, teilweise mit unterschiedlicher Ausführung, beschrieben worden:

1. Zerkleinerungsverfahren; Homogenisierung des ganzen Tierkörpers (LEISTNER u. SZENTKUTI 128) oder einzelner Hautpartien (MEAD u. THOMAS 150).
2. Tupferverfahren; Abstrich von verschiedenen Körperstellen mit unterschiedlichen Tupfern und Techniken (AVENS u. MILLER 2; FROMM 47; KINSLEY u. MOUNTNEY 99; SURKIEWICZ, JOHNSTON, MORAN u. KRUMM 224).
3. Abklatschverfahren; Hautabklatsch an verschiedenen Körperstellen mit festen Nährböden (TEN CATE 34; FROMM 47; KINSLEY u. MOUNTNEY 99; LEISTNER 121; VAN SCHOTHORST, MOSSEL u. KAMPELMACHER 203).
4. Abspülverfahren; Waschen der Tierkörper ganz oder teilweise in verschiedenen "Lösungsmitteln" (FROMM 47; LEISTNER u. SZENTKUTI 128; MALLMANN, DAWSON, SULTZER u. WRIGHT 138; MEAD u. THOMAS 150; SURKIEWICZ, JOHNSTON, MORAN u. KRUMM 224).

5. Tropfwasseruntersuchung; Auffangen des beim Auftauen gefrorenen Geflügels anfallenden Tropfwassers (GÖTZE 57, 58).

Bei den Verfahren 1, 2, 4 u. 5 werden das homogenisierte Gewebe, die Tupfer oder das Wasch- bzw. Abtropfwasser direkt oder indirekt auf feste Nährmedien gebracht, bei Verfahren 3 kann der Abklatschnährboden direkt inkubiert werden.

Mit den Verfahren, die nur bestimmte Tierkörperteile berücksichtigen, ist nicht die gesamte mikrobielle Kontamination des jeweiligen Geflügelschlachtkörpers zu erfassen, da die Verteilung der Bakterien auf der Oberfläche der Hähnchen nicht gleichmäßig ist, sondern neben Zufällen auch von der Schlachttechnik abhängt (BARNES 11). So wird beim Eviszerieren besonders die Kloakengegend kontaminiert, beim Abtropfen nach der Eiswassertauchkühlung je nach Art der Schlachtkörperaufhängung die Nackenhaut oder Unterschenkel und Kloakenausschnitt. Wenn mehrere Proben von verschiedenen Körperstellen entnommen werden, läßt sich ein qualitativ wie quantitativ annähernd repräsentatives Ergebnis der mikrobiellen Belastung eines Geflügelschlachtkörpers erzielen.

Von den Verfahren, die die gesamte innere und äußere Oberfläche von Schlachtgeflügel in die Untersuchung einbeziehen, erfordert die Zerkleinerungsmethode nach LEISTNER u. SZENTKUTI (128) den weitaus höchsten Material- und Zeitaufwand, da der gesamte Tierkörper in einem Schnellkutter zunächst homogenisiert werden muß.

MELKO (151), der neun bakteriologische Untersuchungsmethoden vergleichend überprüft hat, gibt einer modifizierten Abspülmethode nach SURKIEWICZ et al. (224) den Vorzug. Dabei wird zu den in Plastikbeuteln aufgetauten Hähnchen eine bestimmte Menge ungechlorten Leitungswassers gegeben. Nach einer Minute Einwirkungszeit soll der Beutel 60 Se-

kunden lang kräftig geschüttelt werden. Ein Teil der Waschflüssigkeit wird in Reagierröhrchen übergeführt und untersucht. Die Nachteile dieses Verfahrens sind einmal in der Keimverdünnung durch den Zusatz von Wasser und zum anderen darin zu sehen, daß die eigentliche Bezugsgröße, die innere und äußere Körperoberfläche, schwierig zu ermitteln ist. Die Keimzahlen werden daher gewöhnlich pro ml Spülflüssigkeit angegeben.

Ein noch wenig beachtetes Verfahren ist die bakteriologische Untersuchung des beim Auftauen gefrorener Tierkörper anfallenden Tropfwassers. Mit Ausnahme der Zerkleinerungsmethode nach LEISTNER u. SZENTKUTI (128) ist das Auftauen gefrorenen Geflügels Voraussetzung für ihre bakteriologische Untersuchung. Da das Tropfwasser unmittelbar nach dem Tauen im jeweiligen Auffanggefäß zur weiteren Untersuchung zur Verfügung steht, zeichnet sich die Verwendung des Drips durch geringen Zeit-, Material- und Personalaufwand aus. Der Spüleffekt ist bei diesem Verfahren allerdings nur schwach, so daß die der Haut fester anhaftenden Keime sowie die während und nach dem Rupfen durch Federfollikel und Hautläsionen in und unter die Haut gelangten Bakterien kaum nachgewiesen werden können. Dieser Mangel fällt jedoch nicht entscheidend ins Gewicht. Nach VAN SCHOTHORST, NORTHOLT, KAMPELMACHER u. NOTERMANS (204) sind nämlich nur die Mikroorganismen gesundheitsgefährdend, die im Drip vorhanden sind bzw. sich leicht abwaschen lassen und damit direkt oder über Schmierinfektionen zu Erkrankungen Anlaß geben können. Die Keime unter der Haut, die mit Abspülmethode ebenfalls wenig erfaßt werden wie bei Verwendung des Drips, werden beim Kochen oder Braten des Geflügels abgetötet, so daß von ihnen keine Gefahr für die menschliche Gesundheit ausgehen kann.

2.4. Aufnahme von Fremdwasser bei der Geflügelfleischgewinnung und seine Feststellung

Zur Technologie der Gewinnung von gefrorenen Brathähnchen gehören Kühlung des frischgeschlachteten Tierkörpers und anschließendes Einfrieren. Unter Verwendung des Spinchillers werden die schlachtwarmen (30°C) Tierkörper in 30 bis 40 Minuten auf $+5^{\circ}\text{C}$ Kerntemperatur herabgekühlt, in weiteren 3 bis 4 Stunden bei etwa -40°C gefrostet und anschließend bei -20°C gelagert (GÖTZE 63, 65). Während des gesamten Schlachtens, insbesondere aber bei der Eiswassertauchkühlung, wird Fremdwasser vom Tierkörper aufgenommen, das vor dem Verpacken und Einfrieren jedoch nur unvollständig abtropft. Dieses Fremdwasser läuft während des Auftauens vor der küchenmäßigen Zubereitung zum großen Teil wieder ab und tritt somit für den Konsumenten als Gewichtsverlust in Erscheinung. Ein zu hoher Fremdwasseranteil kann über eine Verfälschung des Lebensmittels zu einer Täuschung des Verbrauchers sowie zu Wettbewerbsverzerrungen führen (SINELL 209; WOLTERSDORF, ROSSMANITH, PERIĆ u. LEISTNER 252). Auch der Fremdwassergehalt muß daher bei der Beurteilung von Gefriergeflügel als ein zu kontrollierender Parameter angesehen werden.

Als Fremdwasser ist nach WOLTERSDORF (248) der Anteil des Wassers im Geflügel anzusehen, der während der Schlachtung (Brühen, Rupfen, Entdärmen), des Waschens und der Kühlung aufgenommen wird und im verkaufsfähigen Produkt vorhanden ist. Die Höhe dieser Fremdwasseraufnahme ist von einer Reihe sehr unterschiedlicher Einflüsse abhängig. Als technisch unvermeidbar sieht WOLTERSDORF (248) eine Aufnahme von 3% des Schlachtgewichts an Fremdwasser während des Brüehens und Abspülens an. Größte Bedeutung kommt dem Kühlen im Eiswasserbad zu, für das heute noch fast ausschließlich der Spinchiller verwendet wird, in dem die Hähnchen mit einer schneckenförmigen Welle gegen die

Fließrichtung des mit Splittereis auf etwa $\pm 0^{\circ}\text{C}$ herabgekühlten und durch Einblasen von Luft sprudelnden Kühlwassers bewegt werden. Die dabei mögliche Wasseraufnahme durch die Schlachtkörper hängt ab von Temperatur und Intensität der Umwälzung des Kühlwassers, Dauer des Kühlvorgangs sowie Art und Herrichtung des Geflügelschlachtkörpers selbst (FROMM u. MONROE 48; GIBKE u. GLEES 55; GÜHNE 74; HEATH, DAVIS, TEEKALL u. WATTS 80; KLEIN 101; KLOSE, POOL, DE FREMERY, CAMPBELL u. HANSON 103; KOTULA, THOMSON u. KINNER 109; PAVLUS u. SZENTKUTI 175). Polyphosphat- oder andere Salzzusätze vermögen die Wasseraufnahme zu steigern bzw. die Wasserabgabe durch Erhöhung des Bindungsvermögens des Gewebes zu vermindern. Auf diese Weise wird mit niedrigen Auftauverlusten eine nur geringe Fremdwasseraufnahme vorgetäuscht (KATZ u. DAWSON 91; KLOSE, POOL, DE FREMERY, CAMPBELL u. HANSON 103; MAY, HELMER u. SAFFLE 143; MOUNTNEY u. ARGANOSA 158; SCHERMERHORN, ADAMS u. STADELMAN 195; VADEHRA, NEWBOLD, SCHNELL u. BAKER 238). Schließlich wird der Fremdwassergehalt auch beeinflusst von der Dauer des Abtropfens nach dem Spinchiller und der Art und Weise des Aufhängens während dieser Zeit (GIBKE u. GLEES 55; GROßKLAUS u. LEVETZOW 70; GÜHNE 74).

Wiederholt geäußerte Bedenken gegen den Spinchiller als Kühlverfahren richten sich aber nicht nur gegen die Fremdwasseraufnahme. Vielmehr treten auch bakteriell-hygienische Mängel durch die Keimanreicherung während eines Schlachttages im Kühlwasser und die eng damit verbundene Gefahr der Kreuzkontamination mit pathogenen Keimen auf (BISCHOFF 23; BÜCHLI, VAN SCHOTHORST u. KAMPELMACHER 29; GROßKLAUS u. LEVETZOW 70; GROßKLAUS u. NEUSCHULZ 73; PIETZSCH u. LEVETZOW 179). Im Spinchiller wird also nicht nur zu viel Fremdwasser aufgenommen, sondern auch ein hygienisch äußerst bedenkliches, das Trinkwasserqualität im Sinne des § 11 Bundesseuchengesetz (259) nicht mehr besitzt. PERIĆ, ROSSMANITH u. LEISTNER (176) beobachteten,

daß der Wascheffekt durch die Spinchillerkühlung, abhängig vom Wasserverbrauch und der Anzahl der gekühlten Hähnchen pro Zeiteinheit eines Schlachttages, zunehmend in einen Kontaminationseffekt umschlägt. Verschiedene, in Deutschland aber verbotene, Zusätze zum Kühlwasser, besonders Antibiotika und Chlor, sollen den Keimgehalt der Hähnchen senken helfen (AYRES, WALKER, FANELLI, KING u. WALKER 6; BARNES u. SHRIMPTON 15; KLOSE, CAMPBELL u. HANSON 104; KRAFT, ELLIOTT u. BRANT 111; MAY 142; McVICKER, DAWSON, MALLMANN, WALTERS u. JONES 147; PARRY 169; PATTERSON 171; SANDERS u. BLACKSHEAR 192; WABECK, SCHWALL, EVANCHO, HECK u. ROGERS 241).

Um die Nachteile des Spinchillers in Zukunft auszuschalten, wurde die Eiswassertauchkühlung mit Wirkung vom 1.1.1978 verboten (263). Verschiedene alternative Kühlverfahren wurden inzwischen entwickelt und überprüft (CASALE, MAY u. POWERS 33; GERLACH 51; GIBKE u. GLEES 55; GROBKLAUS u. LEVETZOW 70; GROBKLAUS u. NEUSCHULZ 73; GÜHNE 75; KUSCHFELDT u. THIEL 115; LEISTNER 123, 124, 125; LEISTNER, ROSSMANITH u. WOLTERSDORF 127; QUAAS 182). Keines jedoch konnte bisher allen Ansprüchen gleichermaßen gerecht werden und Eingang in die Kühlpraxis finden.

Nicht die negative Einschätzung des Fremdwassergehalts gefrorenen Geflügels an sich, vielmehr seine Feststellung und Beurteilung sind nach wie vor umstritten. Zur Bestimmung werden entweder die Messung des Tropfwasserverlusts, des Gewichtsverlusts beim Auftauen oder relativ aufwendige chemische Verfahren herangezogen (GIBKE u. GLEES 54; GÖTZE 58; HILDEBRANDT 83; HILDEBRANDT, LANGNER, WEIß u. BERNER 84; KNUDSEN u. SIMONSEN 107; WOLTERSDORF 248, 249, 250; WOLTERSDORF u. SCHRAML 253). Letztere bieten den Vorteil, unabhängig von Manipulationen, wie Phosphatzugaben zum Kühlwasser, den wirklichen

Fremdwassergehalt im Tierkörper feststellen zu können. HILDEBRANDT (83) weist auf die bei diesem Verfahren besonders notwendige Sorgfalt des Untersuchenden hin.

Die Höhe der Auftauverluste bei anderen, einfacher zu handhabenden Verfahren hängt entscheidend ab von Temperatur und Dauer des Auftauens (GROBKLAUS u. NEUSCHULZ 73). Langdauerndes Auftauen bei niedrigen Temperaturen ergibt einen größeren Drip-Verlust als schnelles Auftauen bei hohen Temperaturen (VAN DEN BERG u. LENTZ 21; OSNER u. SHRIMPTON 167, 168; SINGH u. ESSARY 214). Aber selbst bei langsamem Auftauen unter Kühlbedingungen führt das Abtropfen stets zu niedrigeren Resultaten als chemische Verfahren. Es kann jedoch grundsätzlich zur orientierenden Bestimmung herangezogen werden, wenn gleichbleibende Versuchsbedingungen eingehalten werden (WOLTERS DORF 248).

Bisher sind drei verschiedenartige Auftauverfahren beschrieben worden, und zwar das Auftauen an der Luft, im Wasserbad und im Mikrowellenherd.

Für das Auftauen an der Luft bietet sich neben dem mehrere Tage dauernden Auftauen im Kühlschrank vor allem das Auftauen bei Zimmertemperatur an. Durch die Erhöhung der Umgebungstemperatur von $4 - 8^{\circ}\text{C}$ auf $18 - 22^{\circ}\text{C}$ wird die benötigte Zeit von 2 - 3 Tagen auf 15 - 24 Stunden reduziert (GIESKE u. GLEES 54; GÖTZE 57, 58; GROBKLAUS u. NEUSCHULZ 73). Nach HILDEBRANDT, LANGNER, WEIß u. BERNER (84) sind bei Zimmertemperaturen allerdings 36 - 48 Stunden zur vollständigen Fremdwasserabgabe erforderlich. In der praktischen Durchführung hat sich ein Standgefäß mit Zwischenboden bewährt, der ein freies Abtropfen ermöglicht. Um das Verdunsten von Tauwasser zu vermeiden, wird das Gefäß abgedeckt. Vor dem Auftauen sollte die Originalhülle vom Tierkörper entfernt werden. Geschieht das nicht, so tritt eine Verzögerung des Tau-

vorgangs ein (ROBERTS 188). Das so beschriebene Auftauverfahren erfordert einen sehr geringen apparativen und personellen Aufwand.

Nach Anlage 4, Abschnitt I der GFLUV muß gefroren eingeführtes Geflügelfleisch in einer wasserdichten Schutzhülle in einem Wasserbad mit gleichmäßig bewegtem Wasser einer Temperatur von +40 bis 45°C aufgetaut werden. Nähere Angaben über Art und Größe der wasserdichten Hülle, über die Größe des Wasserbades, Wassermenge, Strömungsgeschwindigkeit des Wassers und auch über die Dauer des Auftauens werden nicht gemacht. In der Literatur liegen diesbezüglich bislang nur wenige Angaben vor. WEISE (244) benötigt 90 Minuten, um ein 1000 g schweres Hähnchen in 10 l Wasser vollständig aufzutauen. WOLTERSDORF u. SCHRAML (253) fanden nach 30 Min. Tauzeit in der Leibeshöhle noch Eiskristalle. Nach 150 Min. waren auch die Innenpartien des Tierkörpers vollständig aufgetaut. Durch Zugabe von 40 bis 45°C warmem Wasser in die Beutel, in denen sich die aufzutauenden Hähnchen befanden, konnte die Auftauzeit zwar verkürzt werden, der Tropfwasseranfall verringerte sich aber ebenfalls, was zu einer zusätzlichen Unsicherheit bei der Bestimmung des Fremdwassergehaltes führte. Ein enges Anliegen der Umhüllung an den Tierkörper ist unbedingt erforderlich, damit der Wärmegang möglichst unmittelbar erfolgt. Im Beutel enthaltene Luft würde außer einer isolierenden Wirkung durch einen starken Auftrieb nur unvollständiges Untertauchen verursachen und damit ein verlangsamtes Auftauen zur Folge haben.

Ein zeitsparendes und von den Anschaffungskosten des Geräts abgesehen wenig aufwendiges Verfahren schließlich ist das Auftauen tiefgefrorenen Geflügels in einem Mikrowellengerät. Hierbei wird ein Hochfrequenzfeld in einen abgeschlossenen Garraum abgestrahlt. Die Strahlen durchdringen das zu erwärmende Gut und versetzen dabei Dipole, vor allem Wassermoleküle, in Drehbewegung. Durch die da-

bei entstehende Reibungswärme kommt es zu einer Erwärmung bzw. Erhitzung des Lebensmittels (SCHARNER 194). Die Erhitzung erfolgt also nicht, wie bei den üblichen Methoden, dem Kochen, Braten, Grillen und Infrarot, von außen nach innen, sondern das gesamte Gargut ist an allen Stellen zugleich der gleichen Strahlenenergie ausgesetzt. Eine Erwärmung erfolgt dennoch nicht gleichmäßig, da feste Bestandteile, wie Knochen, eher erwärmt werden als Muskulatur, Bindegewebe oder Fett, das relativ viel Energie zur Erwärmung benötigt (TERJUNG 230).

TERJUNG (230) hat die substantielle Beschaffenheit gefrorenen Geflügels nach dem Auftauen im Mikrowellenherd und im Wasserbad miteinander verglichen. Danach übt der Mikrowellenofen in dieser Hinsicht keinen nachteiligen Einfluß aus. Die Zeit bis zum vollständigen Auftauen war mit 12 Minuten wesentlich kürzer als im Wasserbad. Er schlägt daher vor, das Mikrowellengerät in Ergänzung bestehender Vorschriften für die Eingangsuntersuchung gefrorenen Geflügels zuzulassen.

Ein beim Garen mit Mikrowellen zu beobachtender bakterizider Effekt kann nach INCZEL (88) nicht der Einwirkung der Strahlen an sich zugeschrieben werden. Vielmehr beruht er, wie auch Untersuchungen von GOLDBLITH u. WANG (66) an *E.coli*- und *Bac.subtilis*-Suspensionen ergaben, auf der Einwirkung thermischer Energie. Diese Angaben bestätigen LECHOWICH, BEVCHAT, FOX u. WEBSTER (120), die den Einfluß von Mikrowellen auf *Str.faecalis*- und *Saccharomyces cerevisiae*-Suspensionen überprüften, sowie BLANCO u. DAWSON (25), die Versuche mit *Cl.perfringens* durchführten. CULKIN u. FUNG (38) dagegen vermuten, daß die während der Mikrowellenbehandlung erzeugte Wärme allein keine ausreichende Erklärung für die Natur der letalen Einflüsse der Mikrowellen auf Mikroorganismen ist und vermuten einen bakteriziden Effekt der Strahlen selbst. Für das Auftauen gefrorener Brathähnchen kann der bakte-

rizide Effekt hinsichtlich der Ermittlung des bakteriologischen Status Bedeutung erlangen, insbesondere wenn in einzelnen Teilen des Tierkörpers oder im ablaufenden Tropfwasser bakterienabtötende Temperaturen erreicht werden.

Die beschriebenen Kontaminationsmöglichkeiten des Geflügels beim Schlachten und Kühlen, das Vorhandensein verderbnisfördernder und gesundheitsschädlicher Mikroorganismen sowie ein unterschiedlich hoher, manipulierbarer Fremdwassergehalt mit der Möglichkeit der Lebensmittelverfälschung lassen es angebracht erscheinen, Importgeflügel nicht nur hinsichtlich der substantiellen Beschaffenheit, sondern auch im Hinblick auf den bakteriellen Status und den Fremdwassergehalt zu überprüfen. Die Feststellung der substantiellen Beschaffenheit ist durch Besichtigen, Durchtasten und gegebenenfalls Anschneiden verdächtiger Körperstellen am aufgetauten Tierkörper jederzeit möglich und soll in dieser Arbeit nicht Gegenstand weiterer Erörterungen sein. Schwierigkeiten dagegen bereiten Feststellung und Beurteilung des Fremdwassergehaltes und der mikrobiellen Belastung des gefrorenen Geflügels. Durch eigene Untersuchungen soll der Einfluß der drei genannten Auftauverfahren auf die Möglichkeit der Beurteilung von Auftauverlusten und bakteriologischer Beschaffenheit überprüft werden.

3. Eigene Untersuchungen

Erste Untersuchungen (I) hatten die Aufgabe, unter den drei verschiedenartigen Auftauverfahren, und zwar dem Auftauen bei Zimmertemperatur, im Wasserbad und im Mikrowellenherd das zur Feststellung der substantiellen Beschaffenheit, des Tauwasserverlustes und des bakteriellen Status gleichermaßen am besten geeignete zu ermitteln. Das so ausgewählte Verfahren sollte näher untersucht (Untersuchungen II) und abschließend anhand einer größeren Anzahl gefrorener Brathähnchen überprüft werden (Untersuchungen III).

3.1. Material

Es wurden 70 deutsche und 30 niederländische bratfertige Hähnchen der Handelsklasse A und der Gewichtsklassen 950 g, 1000 g und 1050 g verwendet, die vom Großhandel direkt bezogen worden waren. Sie waren laut Verpackungsbeschriftung bei -40°C schockgefroren, wiesen eine Haltbarkeitsdauer von mindestens 12 Monaten auf und wurden im Institut bis zur Untersuchung bei -18°C gelagert. Die Verpackungsfolie war bei allen Tieren unbeschädigt.

3.2. Methode

Um eine Kontamination mit hauseigenen Keimen sowie der auf der Folienoberfläche befindlichen Keimflora zu vermeiden, wurden die Tierkörper zunächst mit der Verpackungsfolie gewogen. Nach deren steriler Entfernung wurden die Hähnchen aufgetaut, die eingelegten Organe entnommen und die Tierkörper abermals gewogen. Das abgeflossene Tauwasser wurde in einem Standzylinder gemessen, sein bakteriologischer Status erhoben sowie sein pH-Wert und der Gesamteiweißgehalt bestimmt. Ferner wur-

den der pH-Wert von Brust- und Unterschenkelmuskulatur und in den Untersuchungen II und III auch die Körpertemperatur in den genannten Muskelpartien gemessen.

3.2.1. Auftauverfahren

3.2.1.1. Zimmertemperatur (Ztp)

Die bei Ztp aufzutauenden, von der Folie befreiten Brathähnchen wurden mit dem Kloakenende nach unten auf ein Drahtgestell in ein Standglas mit übergreifendem Deckel gebracht und 24 Stunden in einem gleichmäßig temperierten Raum bei $+22^{\circ}\text{C}$ aufgetaut.

3.2.1.2. Wasserbad (Wb)

Nach Entfernung der Originalhülle wurden die gefrorenen Tierkörper in einem wasserdichten Plastikbeutel, aus dem die Luft manuell weitgehend herausgepreßt worden war, in ein Labor-Wasserbad von 10 l Rauminhalt eingehängt. Um völliges Untertauchen zu gewährleisten, wurden die Beutel zusätzlich mit Bleigewichten beschwert. Das Wasser hatte eine Temperatur von konstant $+40^{\circ}\text{C}$ und wurde durch ein Rührwerk in gleichmäßige Strömung versetzt. Damit wurden die Bedingungen erfüllt, wie sie in Anlage 4, Abschnitt I, Ziffer 6 GFLUV (265) für die Eingangsuntersuchung gefrorenen Geflügelfleischs vorgeschrieben sind. Nach 90 Minuten (Untersuchungen I) bzw. 120 Minuten (Untersuchungen III) wurden die Brathähnchen aus dem Wb entnommen und 20 - 30 sec mit dem Kloakenende senkrecht nach unten gehalten, um anhaftendes und in der Bauchhöhle befindliches Tauwasser abtropfen zu lassen und in der Folie aufzufangen.

3.2.1.3. Mikrowellenherd (Mw)

Zum Auftauen im Mw wurde das Gerät MG 60 der Firma Bosch verwendet. Die von der Folie befreiten Hähnchen wurden zunächst ventral 2 Minuten + 30 Sekunden Gebläsenachlauf bestrahlt. Nach Wenden um jeweils 90° wurden auch die übrigen drei Körperseiten 2 Minuten + 30 Sekunden der gleichen Strahlenmenge ausgesetzt. Zusätzlich wurde dorsal und ventral je 2 Minuten + 30 Sekunden bestrahlt. Daraus ergibt sich eine Gesamtauftauzeit von $6 \times 2 \frac{1}{2}$ Minuten = 15 Minuten pro Hähnchen.

3.2.2. Einzeluntersuchungen

3.2.2.1. Auftauverlust

Die Menge des beim Auftauen anfallenden Tauwassers wurde in einem Meßzylinder bestimmt. Zusätzlich wurde die Gewichts Differenz der Brathähnchen vor und nach dem Tauen festgestellt. Tauwassermenge in ml und Gewichts Differenz in g wurden sowohl zum Gewicht der verpackungsfreien Brathähnchen mit eingelegten Innereien als auch ohne Innereien in prozentuale Beziehung gesetzt.

3.2.2.2. Körpertemperatur

Die Temperatur wurde mit dem Kerntemperaturmeßgerät "Therm 2102" (Fa. Ahlborn Meß- und Regeltechnik, Holzkirchen) gemessen. Der Temperaturfühler wurde jeweils rechts und links in die Tiefe der Brust- sowie der Unterschenkelmuskulatur gestochen und die Temperatur bei völligem Zeigerstillstand nach etwa 30 sec abgelesen. Für jede Muskelpartie wurde ein Mittelwert aus den zwei Messungen berechnet.

3.2.2.3. pH-Wert

Zur Ermittlung des pH-Wertes wurde das Digital-pH-Meter "Knick 640" (Fa. Knick, Berlin 37) verwendet. Außer der pH-Wert-Bestimmung im Tauwasser wurden von jedem Tier nach dem Auftauen die pH-Werte in der Tiefe der Brust- und der Unterschenkelmuskulatur jeweils auf der rechten und linken Seite gemessen. Auch hier wurde aus beiden Messungen pro Muskel das Mittel gebildet.

3.2.2.4. Gesamteiweißgehalt (Ew-Gehalt)

Der Gesamt-Ew-Gehalt des Tauwassers wurde nach der Biuret-Methode photometrisch bestimmt. Entsprechend der Vorschrift im Methodenbuch (Eppendorf Gerätebau, 1965) wurden zu 0,05 ml Tauwasser 5 ml einer Mischung gleicher Teile Biuret-Reagenz (Fa. Asid) und Aqua dest. gegeben. Nach einer Reaktionszeit von 30 Minuten bei Zimmertemperatur wurde die Extinktion EA mit Hilfe des Eppendorf-Photometers gemessen. Der Ew-Gehalt ergibt sich aus der Formel $Ew = EA \cdot 34$ (g/100 ml).

3.2.2.5. Bakterieller Status des Tauwassers (Tw)

Zur quantitativen Bestimmung von aerober mesophiler Gesamtkeimzahl, Enterobacteriaceae, Pseudomonadaceae und Staphylococcae wurde das aufgefangene Tauwasser 3 Minuten im Whirl-Mix durchmischt. Aus der Mitte der Probe wurden mit einer Pipette ein Milliliter entnommen, dekadische Verdünnungsreihen in Drop-Lösung (10 g Caseinpepton, 8,5 g NaCl, 0,75 g Agar-Agar, 1000 ml Aqua dest.) angelegt (REUTER 185) und davon Selektivnährböden parallel beimpft.

3.2.2.5.1. Gesamtkeimzahl (GKz)

Von jeder Verdünnungsstufe wurden 0,1 ml im Plattentropfverfahren auf Lebensmittel-Keimzählagarplatten (Merck) getropft, mit der Pipette ausgezogen und nach einer Inkubationszeit von 24 Stunden bei 37°C ausgezählt (SINELL, REUTER u. UNTERMANN 213).

3.2.2.5.2. Enterobacteriaceae (Eb)

Von den Verdünnungen wurden je 0,05 ml im Doppelansatz auf Kristallviolett-Neutralrot-Gallose-Glucose-Agar (Merck) ausgespatelt. Nach 24 stündigem Bebrüten bei 37°C wurden rötliche Kolonien, die von einem gleichfarbigen Präzipitationshof umgeben waren, als positiv gewertet (HECHELMANN, ROSSMANITH, PERIĆ u. LEISTNER 81; MOSSEL u. CORNELISSEN 156; MOSSEL, MENGERINK u. SCHOLTS 157).

3.2.2.5.3. Pseudomonadaceae (Ps)

0,05 ml aus jeder Verdünnungsstufe wurden auf Glutamat-Stärke-Phenolrot-Agar (GSP) nach KIELWEIN (95, 96) ausgespatelt und 3 Tage bei 30°C bebrütet. Als Ps wurden nur die oxydase-positiven Kolonien gewertet, die nach Überschichten mit 1%-iger Oxydase-Reagenz (p-Amino-dimethyl-anilinoxalat) eine blau-schwarze Verfärbung zeigten.

3.2.2.5.4. Staphylococcae (St)

Zur Bestimmung eigelb-positiver St, die als koagulaseverdächtig gelten, wurden 0,05 ml jeder Verdünnungsstufe auf Baird-Parker-Medium ausgespatelt und die Platten 2 Tage bei 37°C bebrütet. Als eigelb-positiv wurden schwarze Kolonien mit metallisch glänzendem Hof angesehen (BAIRD-PARKER 8).

3.2.2.5.5. Clostridium perfringens (Cl.p.)

Ein Milliliter Tauwasser wurde zu 10 ml Cooked-Meat-Medium (CMM) mit Zusatz von 0,2 ml einer 0,1%igen Neomycin-Sulfat-Lösung gegeben und 24 Stunden bebrütet. Zugleich wurden drei Parallelröhrchen Trypton-Sulfit-Neomycin-Agar (TSN) nach MARSHALL in Stichkultur mit Tauwasser beimpft (MARSHALL, STEENBERGEN u. McCCLUNG 139; MOSSEL 155) und drei Tage inkubiert. Bei Schwärzung des Nährbodens wurde die Stichkultur in CMM mit Neomycin-Zusatz überimpft und 24 Stunden bebrütet. Diese und die Originalanreicherung in CMM wurden sodann auf Traubenzucker-Blutagar-Platten, auf denen jeweils vor dem Beimpfen 0,1 ml 1%ige Neomycin-Sulfat-Lösung ausgespatelt worden war, sowie auf Willis- u. Hobbs-Platten ausgestrichen (WILLIS u. HOBBS 246, 247). Bei Verdacht auf Cl.p. auf Grund positiver Hämolyse- und Lezithinase-Reaktion wurden die entsprechenden Kolonien reingezüchtet und mit Hilfe einer bunten Reihe differenziert. Die anaerobe Bebrütung erfolgte in allen Fällen im Anaerobierschrank unter Stickstoff-Kohlendioxid-Atmosphäre (90:10) bei der für Cl.p. optimalen Temperatur von +45°C.

3.2.2.5.6. Salmonellae (S)

Je 0,1 ml unverdünnten und 1:10 verdünnten Tauwassers wurden direkt auf Gassner- und Brillantgrün-Phenolrot (BPh)-Platten ausgespatelt. Außerdem wurde Tauwasser 24 und 48 Stunden jeweils bei 37°C und 43°C in Selenit-Brillantgrün-Mannit-Medium (SBM) angereichert (BÄNFFER 7; KAUFFMANN 92; STOKES u. OSBORNE 221) und sodann je 0,1 ml der Anreicherung auf Hektoen-Enteritic-Agar (Fa. Oxoid) (BISCIELLO u. SCHRADE 24; KING u. METZGER 97, 98), Gassner und BPh ausgespatelt. Verdächtige Kolonien wurden mit polyvalenten Salmonella-Sera (Behring I u. II) probeagglutiniert, bei positivem Ausfall reingezüchtet, über eine bunte Reihe geführt und mit O- und H-Faktorensera differenziert.

4. Ergebnisse

4.1. Vergleich von drei Auftauverfahren (Auftauen an der Luft bei Zimmertemperatur, im temperierten Wasserbad und im Mikrowellenherd)

4.1.1. Ergebnisse Untersuchungen I

Um die Eignung der drei Auftauverfahren zu überprüfen, wurden mit jedem Verfahren 10 Brathähnchen derselben Herkunft und Charge untersucht. Von den zu überprüfenden Parametern wurden jeweils arithmetisches Mittel ($\bar{x}$), Standardabweichung (s) und Variationskoeffizient (v) errechnet und in den Tabellen 1 - 12 wiedergegeben.

Die in ml gemessene Tauwassermenge (T_{wm}) wurde zum Gewicht des Tierkörpers mit Innereien, d.h. mit den verpackt in die Körperhöhle eingelegten Organen Leber, Herz, Muskelmagen und Hals (Brutto I), und ohne Innereien (Netto I) ins Verhältnis gesetzt. Das Gewicht der Originalfolie, die vor jeder Untersuchung entfernt worden war und die durchschnittlich 3,5 g wog, wurde in keinem Fall in die Berechnungen mit einbezogen.

Wie Tab. 1 zu entnehmen ist, wurde bei Ztp mit 4,99 % durchschnittlich die größte Menge Tropfwassers aufgefangen, im Wb mit 4,45 % etwas weniger. Im Mw dagegen betrug der Drip-Verlust nur 1,24 %. Dabei war die relative Streuung mit 42,3 % beinahe doppelt so hoch wie bei den unter Ztp aufgetauten Hähnchen. Bei Tieren ohne Innereien (s.Tab.2), mit einem also geringeren Bezugsgewicht, ergab sich für Ztp und Wb eine Steigerung der Werte um knapp 1 % auf 5,83 % bzw. 5,32 %, für im Mw getaute Brathähnchen nur um 0,25 % auf 1,49 %.

Verwendet man dagegen statt der ml die in g festgestellte Differenz zwischen dem Gewicht des Schlachtkörpers vor und nach dem Auftauen als Berechnungsgrundlage (s. Tab. 3 u. 4), so ist der Tauverlust für die im Mw aufgetauten Hähnchen mit 4,89 % bzw. 5,98 % eindeutig höher als auf der ml-Grundlage mit 1,24 % bzw. 1,49 %.

Damit liegen die Mw-Werte im Bereich der bei Ztp und im Wb ermittelten Befunde. Auch der Rückgang der relativen Streuung der Mw-Ergebnisse von 42,3 bzw. 41,3% auf 12,6 bzw. 15,3% ist beträchtlich, und die Werte liegen nun mit denjenigen der Zimmertemperatur auf einer Höhe. Nur relativ wenig sind demgegenüber die prozentualen Auftauverluste bei unter Ztp bzw. im Wb aufgetauten Tierkörpern gestiegen.

Der durchschnittliche pH-Wert des Tauwassers (s.Tab. 5) ist bei Ztp am kleinsten (6,39), höher beim Wb (6,65) und am größten im Mw (6,85). Bei den im Mw aufgetauten Hähnchen wurde die Grenze zum Alkalischen hin zweimal leicht überschritten (7,02 u. 7,06). In weiteren 5 Fällen lagen die Werte zwischen 6,8 und 7,0. Die Einzelwerte innerhalb jedes einzelnen Kollektivs schwankten, wie die Variationskoeffizienten (2,0%; 1,1%; 2,3%) zum Ausdruck bringen, nur wenig um die Mittelwerte.

Die pH-Werte der Brust- und Unterschenkelmuskulatur (s.Tabb. 6 u. 7) lassen nach Methoden verschiedene Werte nicht erkennen. Dagegen waren eindeutige Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Muskelbereiche festzustellen. Während die pH-Werte in der Brustmuskulatur durchschnittlich etwas kleiner als 6,0 waren, lagen sie in der Unterschenkelmuskulatur um etwa 0,6 pH-Einheiten darüber. Die Spannweite der Extremwerte an beiden Meßstellen war bei den drei Auftaumethoden beinahe gleich groß.

Der Gesamt-Eiweiß-Gehalt des Tauwassers der bei Ztp aufgetauten Brathähnchen lag mit 3,11 g/100 ml deutlich über dem Ergebnis im Wb (s.Tab. 8). Auffallend ist der bei Ztp mit $v = 63,4 \%$ sehr hohe Variationskoeffizient, der etwa doppelt so groß ist wie der im Wb ermittelte Wert. Eine photometrische Gesamt-Eiweiß-Bestimmung aus dem Tw der im Mw aufgetauten Hähnchen war wegen ausgefallener Eiweiß-Partikel und Trübungen nicht möglich.

Mit $6,0 \times 10^6$ lag das geometrische Mittel des mesophilen aeroben Keimgehalts (GKz) pro ml Tauwasser (s.Tab. 9) für die bei Ztp aufgetauten Hähnchen um zwei Zehnerpotenzen über dem für die im Wb ($2,0 \times 10^4$) und um drei Zehnerpotenzen über den im Mw aufgetauten Hähnchen, die mit $6,2 \times 10^3$ den niedrigsten Keimgehalt aufwiesen. Die geringste relative Streuung wurde bei den im Wb aufgetauten Hähnchen ermittelt, und die Extremwerte lagen in derselben Zehnerpotenz eng beisammen. Bei den im Mw und unter Ztp aufgetauten Tieren dagegen war die relative Streuung drei- bis viermal größer. Die Extremwerte lagen 1,5 bzw. 3 Zehnerpotenzen weit auseinander.

Die Enterobacteriaceae (Eb)-Zahl (s.Tab. 10) ist zwischen gut einer (Ztp) und beinahe zwei (Wb und Mw) Zehnerpotenzen geringer als die Gesamt-Keimzahl. Bei Ztp wurden die meisten ($2,0 \times 10^5$) und in gleicher Reihenfolge wie bei der GKz im Wb ($3,4 \times 10^2$) und Mw ($7,2 \times 10^1$) weniger Eb pro ml Tauwasser festgestellt. Der Variationskoeffizient reicht von 13,6% (Ztp) bis 38,6% (Mw).

Auch bei den Pseudomonadaceae (Ps) (s.Tab. 11) wurde der mit Abstand höchste Wert bei Ztp ermittelt ($7,2 \times 10^4$), gefolgt von Wb ($2,1 \times 10^2$) und Mw ($9,6 \times 10^1$). Die relative Streuung ist mit 15,4 - 16,3% ziemlich einheitlich.

Nicht in allen Tauwassern konnten koagulase-positive Staphylococcae (St) nachgewiesen werden. Sowohl bei den im Wb als auch bei den im Mw aufgetauten Hähnchen war jeweils ein Befund negativ. Die Keimzahlen (s.Tab. 12) lagen für die bei Ztp aufgetauten Tiere wiederum am höchsten ($2,8 \times 10^2$). Der Abstand zu den im Wb ($1,0 \times 10^2$) und Mw ($3,9 \times 10^1$) aufgetauten Hähnchen war aber weniger groß. Die geometrischen Mittel bei Wb und Mw beziehen sich auf jeweils nur 9 Brathähnchen.

Tabelle 1

Tropfwasserverlust (ml) in % vom Tierkörper mit eingelegten Innereien (Brutto I) (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	4,99	0,66	13,2%	4,2 - 6,0
Wb	4,45	1,02	23,0%	2,8 - 6,0
Mw	1,24	0,52	42,3%	0,5 - 2,2

$\bar{x}$ = Durchschnittswert; s = Standardabweichung; v = Variationskoeffizient

Tabelle 2

Tropfwasserverlust (ml) in % vom Tierkörper ohne eingelegte Innereien (Netto I) (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	5,83	0,86	14,7%	5,0 - 7,4
Wb	5,32	1,21	22,6%	3,5 - 7,2
Mw	1,49	0,62	41,3%	0,6 - 2,7

Tabelle 3

Gewichtsverlust (g) in % vom Tierkörper mit eingelegten Innereien (Brutto II) (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	5,34	0,68	12,7%	4,5 - 6,5
Wb	4,67	1,00	21,5%	3,0 - 6,3
Mw	4,89	0,62	12,6%	3,4 - 5,5

Tabelle 4

Gewichtsverlust (g) in % vom Tierkörper ohne eingelegte Innereien (Netto II) (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	6,25	0,90	14,4%	5,3 - 8,1
Wb	5,59	1,18	21,1%	3,6 - 7,5
Mw	5,98	0,92	15,3%	3,9 - 7,0

Tabelle 5

pH-Wert des Tauwassers (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	6,39	0,13	2,0%	6,26 - 6,67
Wb	6,65	0,07	1,1%	6,54 - 6,79
Mw	6,85	0,16	2,3%	6,52 - 7,06

Tabelle 6

pH-Wert der Unterschenkelmuskulatur (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	6,62	0,12	1,4%	6,45 - 6,84
Wb	6,65	0,11	1,8%	6,49 - 6,85
Mw	6,59	0,11	1,7%	6,40 - 6,77

Tabelle 7

pH-Wert der Brustmuskulatur (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	5,99	0,16	2,3%	5,75 - 6,21
Wb	5,99	0,10	1,4%	5,82 - 6,14
Mw	5,94	0,14	1,6%	5,78 - 6,18

Tabelle 8

Gesamteiweißgehalt des Tauwassers in g/100 ml (n = 10)

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
Ztp	3,11	1,97	63,4%	1,30 - 7,73
Wb	1,67	0,48	30,4%	0,93 - 2,55
Mw		nicht meßbar		

Tabelle 9

Mesophiler aerober Keimgehalt je ml Tauwasser ($n = 10$)

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
Ztp	$6,0 \times 10^6$	0,94	14,7%	$2,5 \times 10^5 - 4,3 \times 10^8$
Wb	$2,0 \times 10^4$	0,15	3,6%	$1,3 \times 10^4 - 3,8 \times 10^4$
Mw	$6,2 \times 10^3$	0,44	12,8%	$6,8 \times 10^2 - 1,2 \times 10^4$

$\bar{x}_G$ = Geometrisches Mittel; s = Standardabweichung des dekadischen Logarithmus der Einzelwerte; v = Variationskoeffizient des dekadischen Logarithmus der Einzelwerte

Tabelle 10

Enterobacteriaceae je ml Tauwasser ($n = 10$)

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
Ztp	$2,0 \times 10^5$	0,72	13,6%	$4,8 \times 10^4 - 1,3 \times 10^7$
Wb	$3,4 \times 10^2$	0,72	28,6%	$2,0 \times 10^1 - 6,4 \times 10^3$
Mw	$7,2 \times 10^1$	0,71	38,6%	$2,0 \times 10^1 - 4,6 \times 10^3$

Tabelle 11

Pseudomonadaceae je ml Tauwasser (n = 10)

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
Ztp	$7,2 \times 10^4$	0,76	15,6%	$1,9 \times 10^4 - 5,6 \times 10^6$
Wb	$2,1 \times 10^2$	0,38	16,3%	$2,0 \times 10^1 - 4,2 \times 10^2$
Mw	$9,6 \times 10^1$	0,31	15,4%	$4,0 \times 10^1 - 5,4 \times 10^2$

Tabelle 12

Koagulase-positive Staphylococcae je ml Tauwasser

Ztp : n = 10 Wb und Mw : n = 9

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
Ztp	$2,8 \times 10^2$	0,91	37,2%	$4,0 \times 10^1 - 2,8 \times 10^4$
Wb	$1,0 \times 10^2$	0,64	31,8%	$2,0 \times 10^1 - 1,3 \times 10^3$
Mw	$3,9 \times 10^1$	0,46	28,9%	$2,0 \times 10^1 - 3,0 \times 10^2$

4.1.2. Besprechung der Ergebnisse I

Mit allen drei Auftauverfahren konnten die gefrorenen Tierkörper soweit aufgetaut werden, daß eine Prüfung der substantiellen Beschaffenheit durch Adspektion, Palpation und Inzision möglich war. Die verpackt in die Körperhöhle eingelegten Innereien waren aber nur bei den unter Zimmertemperatur aufgetauten Hähnchen vollständig aufgetaut und ohne Mühe zu entnehmen. Bei den im Wasserbad in 90 Minuten und im Mikrowellenherd aufgetauten Tierkörpern dagegen waren sie stets noch mehr oder weniger stark gefroren und in 2 (Wb) bzw. sogar 9 (Mw) Fällen der Bauchhöhle angefroren.

Bei der Diskussion um die Beurteilung der Tauwasser-menge ergibt sich grundsätzlich die Frage, ob Drip-Verlust in ml oder Gewichtsverlust in g gemessen und ob Brutto- oder Nettogewicht als Bezugs- und Bewertungsgrundlage herangezogen werden sollen.

Die Angabe des Gewichtsverlusts in g mit und ohne Einbeziehung der eingelegten Organe ist bei Ztp um knapp 0,4% und beim Wb um 0,2% höher als der Drip-Verlust in ml. Diese Differenzen sind vor allem auf methodische Fehler zurückzuführen. So läßt sich das abfließende Tauwasser nicht immer vollständig gewinnen, weil geringe Mengen an den Wänden des Auffanggefäßes haften bleiben. Ferner splintern beim Entfernen der Verpackung kleine Eisstückchen und Eisschnee ab und gehen so der Messung verloren. Bei der Ermittlung des Auftauverlusts in g durch einfaches Vor- und Zurückwiegen dagegen können diese Fehlerquellen weitgehend ausgeschlossen werden. Ein solches Meßverfahren scheint infolgedessen nicht nur schneller und einfacher zu handhaben, sondern auch genauere Angaben zu liefern als die ml-Messung.

Koch- und bratfertige Broiler enthalten die nach der Handelsklassen-Verordnung zulässigen Organe in verpackter Form in den Hohlkörper eingelegt. Sie gehören also zum fertigen Produkt und werden bei der Bewertung des Auftauverlustes im allgemeinen nicht ausgenommen. Betrachtet man aber die Tauwassermenge bzw. den Gewichtsverlust als Indikator für die Menge des allein vom Tierkörper bei der Gewinnung aufgenommenen Fremdwassers, so sollten diese Meßwerte auf das Nettogewicht des aufgetauten Schlachtkörpers, d.h. auf Tierkörper ohne Einlage bezogen werden. Die wasserdicht verpackten eßbaren Innereien werden dem Tierkörper nämlich erst im Anschluß an Vorkühlung und Abtropfen beigelegt. Bleibt das an ihnen befindliche Fremdwasser beim Auftauen in der wasserdichten Hülle und geht nicht in das vom Tierkörper ablaufende Tropfwasser über, so kann, wie in der vorliegenden Arbeit, der Auftauverlust von gefrorenem Geflügel als Gewichtsverlust in σ , bezogen auf das Nettogewicht des Tierkörpers, angegeben werden.

Danach liegen, wie Tab. 4 ausweist, die Gewichtsverluste der drei geprüften Auftauverfahren mit einer Spanne von 0,66 % relativ dicht beisammen. Vor- und Nachteile der einzelnen Verfahren wären also in diesem Zusammenhang vorwiegend im Bereich des Arbeitsaufwands zu suchen.

Die eigenen Versuche bestätigen, daß das Auftauen gefrorener Brathähnchen unter Zimmertemperatur ein einfaches, leicht zu handhabendes Verfahren mit geringem Material- und Personaleinsatz ist. Der verhältnismäßig hohe Zeitaufwand allerdings wird als Nachteil empfunden. Umstritten bei dieser Auftauart ist ferner die Zeitdauer, die erforderlich ist, um einen der Fremdwasseraufnahme adäquaten Tauwasseranfall zu erzielen, der

eine hinreichend sichere Aussage über den Fremdwasser-gehalt ermöglicht. Darüber hinaus bedarf der Klärung, ob und gegebenenfalls in welcher Höhe aus dem Körperinneren herausdiffundierendes gewebeeigenes Fleischwasser mit abtropft und so das Ergebnis zu verfälschen vermag (GIßKE u. GLEES 54; HILDEBRANDT, LANGNER, WEIß u. BERNER 84). Mit einem Gewichtsverlust von 6,25%, bezogen auf das Nettogewicht der Tierkörper, liegen die Auftauverluste der unter Ztp aufgetauten Hähnchen an der Spitze der drei verglichenen Verfahren, gefolgt vom Mikrowellenherd mit 5,98%.

Nach Auftauen im Mw besteht im Gegensatz zu Ztp und Wb eine erhebliche Differenz zwischen der Angabe auf ml- und g-Basis (1,45% : 5,98%). Als Ursache dafür kann auf Grund von Beobachtungen beim Auftauen die folgende Erklärung in Betracht kommen. Das beim Erwärmen abfließende Tauwasser sammelt sich zunächst unter dem Brathähnchen und breitet sich von dort langsam auf der als Unterlage dienenden Glasplatte aus. Dort aber, wo es vom Tierkörper nicht mehr vor der direkten Strahleneinwirkung geschützt und deshalb erhitzt wird, flocken Eiweißbestandteile aus, und ein Teil des Tauwassers verdunstet. Das konnte an dem angetrockneten Rand auf der Glasplatte immer wieder abgelesen werden.

Auch die Hautoberfläche des Hähnchens macht nach der Bestrahlung im allgemeinen einen trockenen Eindruck. Tierkörperanteile mit geringer Schichtdicke, wie Flügel und Unterschenkel, erscheinen bereits sogar leicht angegart. Möglicherweise ist also nicht nur ein Teil des Tropfwassers, sondern ebenfalls Gewebsflüssigkeit vom Tierkörper unmittelbar verdampft. Versuche von ALDOR (1) mit Rind- und Schweinefleisch ergaben, daß ein 3 - 4 cm dickes Stück Muskelfleisch in etwa 5 Minuten gar wird. Dabei treten durch Abtropfen und Verdampfen Gewichtsverluste zwischen 25 und 44% auf. Auch das

Garen von Geflügelteilen im Mw führt zu einem wesentlich höheren Gewichtsverlust als das Garen im Wb (CULOTTA u. CHEN 39). Garzeit und Gewichtsverlust sind dabei offenbar von der Frequenz der abgestrahlten Mikrowellen abhängig. Höhere Frequenzen, wie in Haushaltsgeräten verwendet, verkürzen die Garzeit, erhöhen jedoch den Gewichtsverlust (BLANCO u. DAWSON 25).

Als weitere Fehlerquelle muß in Betracht gezogen werden, daß die Innereienpäckchen mit einer Ausnahme der Bauchwand noch angefroren waren. Ihnen hafteten jeweils größere Mengen Eiskristalle an. Diese aber treten nicht nur nicht als Tropfwasser- bzw. Gewichtsverlust in Erscheinung. Das in der Bauchhöhle verbleibende Eis erhöht vielmehr sogar die Bezugsgröße "Tierkörpergewicht", so daß prozentual zu niedrige Auftauverluste errechnet werden. Für die Messung des Drip-Verlusts in ml kommen ferner die gleichen methodischen Fehler der anderen Auftauverfahren hinzu, wie Absplittern kleiner Eisstückchen bei Entfernung der Originalverpackung und unvollständige Gewinnung des Tauwassers von der Glasplatte.

Die beiden beschriebenen hauptsächlichen Mängel beim Auftauen im Mw können als in ihrer Wirkung gegensätzlich angesehen werden. Durch Verdampfen von Gewebsflüssigkeit nämlich erscheinen die prozentualen Auftauverluste erhöht, da ein höherer Gewichtsverlust gemessen wird als dem tatsächlichen Fremdwassergehalt entsprechen würde. Das unvollständige Auftauen andererseits führt zu einem zu geringen Tauwasseranfall und damit zu einer geringeren Differenz des Gewichts zwischen vor und nach dem Auftauen. Diese beiden Mängel scheinen sich annähernd auszugleichen, denn die Auftauverluste der im Mw aufgetauten Brathähnchen lagen zwischen denen für Ztp und Wb. Aber nur, wenn, wie in diesem Versuch, das Untersuchungsmaterial ziemlich einheitlich ist, die

Tierkörper also annähernd einer Gewichtsklasse angehören und die der inneren und äußeren Oberfläche anhaftende Eisschicht ungefähr gleich stark ist, kann mit einer so geringen Schwankungsbreite der Ergebnisse ($v = 15,3\%$) gerechnet werden. In der Praxis der Eingangsuntersuchung jedoch kommt ein oft recht uneinheitliches Untersuchungsmaterial vor. Eine Verkürzung und auch Verlängerung der Auftauzeit zur Beseitigung der beschriebenen Mängel würden keinen Vorteil bringen. Kürzere Zeitspannen nämlich würden den Auftaugrad weiter herabsetzen, eine Verlängerung aber das Verdunsten von Tauwasser und Angaren der Tierkörper begünstigen.

Nicht unerwähnt bleiben soll auch, daß das regelmäßige Wenden der Brathähnchen für die Dauer des Auftauens eine Arbeitskraft in Anspruch nimmt, was beim Auftauen größerer Stückzahlen eine erhebliche Mehrbelastung darstellen kann. Die Verwendung des Mw kann daher trotz der Zeitersparnis allenfalls zum Auftauen, nicht aber zur Bestimmung von Auftauverlusten empfohlen werden.

Das Auftauen im Wasserbad ist durch Verpacken der von der Originalhülle befreiten Hähnchen in Plastikbeutel, Herauspressen der darin befindlichen Luft und Verschießen der Beutel sowie ihr Einhängen in das Wb im Ansatz etwas aufwendiger als die beiden zuvor besprochenen Verfahren. Nach einer Auftauzeit von 90 Minuten ist die substantielle Beschaffenheit ohne weiteres zu überprüfen, obwohl die Tierkörper noch nicht vollständig aufgetaut sind. Zweimal waren die eingelegten Organe der Körperhöhle noch angefroren. Aber auch bei den übrigen Hähnchen befanden sich verschiedentlich Eiskristalle in der Körperhöhle. Um ein möglichst vollständiges Abtropfen des an der Tierkörperoberfläche haftenden Tauwassers zu erzielen, wurden die Brathähnchen 20 - 30 sec mit dem Kloakenende senkrecht nach unten gehalten. Dabei wurde das Innereienpäckchen aus

der Bauchhöhle herausgezogen, so daß auch in der Körperhöhle noch befindliches Tauwasser ungehindert abtropfen konnte.

Das wenn auch in wesentlich geringerem Umfang beobachtete unvollkommene Auftauen führt ebenso wie im Mw zur Verminderung des Auftauverlustes und, da die Bezugsgröße "Tierkörper" durch nicht vollständiges Auftauen auch hier vergrößert ist, zu einem zu geringen relativen Tropfwasserungsverlust. Möglicherweise aber läßt sich durch Verlängerung der Auftauzeit über 90 Minuten hinaus durch Verbesserung des Auftaugrades eine Erhöhung des Auftauverlusts, der im Wasserbad mit 5,59% der niedrigste der drei miteinander verglichenen Verfahren ist, erzielen. Auch hier ist nicht geklärt, welche Auftauzeit erforderlich ist, um einen der Fremdwasseraufnahme adäquaten Tauwasseranfall zu erreichen und damit aus der Höhe des Drip-Verlusts auf die Stärke der Fremdwasseraufnahme schließen zu können.

Schwierigkeiten im Wb haben anfangs immer wieder der möglichst vollständige Luftentzug aus der Folie und das vollkommene Untertauchen des aufzutauenden Tierkörpers bereitet. Beide Maßnahmen sind aber wesentliche Voraussetzung für einen optimalen Wärmeaustausch und damit für schnelles und vollständiges Auftauen. Selbst bei sorgfältigem manuellem Auspressen der Luft und sofortigem Verschließen der Beutel tauchten die Tierkörper nicht ganz in das Wasser ein. Durch Verwendung von Bleiengewichten oder das Herabdrücken der Tierkörper mittels aufgelegter, beschwerter Drahtgitter konnte der Mangel behoben werden. Zur vollständigen Evakuierung der Beutel empfiehlt TILLACK (234) im übrigen die Verwendung einer Vakuumpumpe. Schließlich sollte auch auf eine gleichmäßige Strömung des Wassers geachtet werden, um zu gewährleisten, daß der Tierkörper ständig von +40°C warmem Wasser umflossen wird.

Zwischen den im jeweiligen Tauwasser festgestellten pH-Werten konnten verfahrensabhängige Unterschiede beobachtet werden (s.Tab. 5). Tauwasser der bei Ztp aufgetauten Hähnchen wies mit 6,39 den niedrigsten pH-Wert auf. Das kann seine Erklärung darin haben, daß bei langsamem Auftauen entweder am Tierkörper selbst ein Ionenaustausch zwischen sauer reagierender Gewebsflüssigkeit und anhaftendem Tauwasser erfolgt oder aber ein gewisser Anteil Gewebsflüssigkeit sauren Charakters in den Drip gelangt ist. Beim Auftauen im Wb kann beides wegen der Kürze der Zeit nicht oder wenigstens nicht in gleichem Umfang erwartet werden. Der pH-Wert lag bei 6,65. Der mit 6,85 noch höhere Wert im Mw-Tauwasser mag mit der durch Hitzeeinwirkung eingetretenen Zustandsänderung des abgeflossenen Wassers zusammenhängen.

Unabhängig vom jeweils eingesetzten Auftauverfahren lagen die pH-Werte in der Brustmuskulatur mit durchschnittlich 5,97 um 0,65 Einheiten unter den mit 6,62 in der Unterschenkelmuskulatur gemessenen Werten (s. Tabb. 6 u. 7).

Für eine Eiweißbestimmung war das im Mw anfallende Tauwasser nicht zu verwenden. Durch Hitzeeinwirkung war der größte Teil verdampft und die darin gelösten Eiweißbestandteile waren ausgefallen.

Zwischen dem Eiweißgehalt des Tauwassers bei Ztp und im Wb besteht eine auffällige Differenz. Im Wb-Tw wurde mit 1,6 g/100 ml nur etwa halb soviel Eiweiß nachgewiesen wie im Ztp-Tw mit 3,11g/100 ml (s.Tab. 8). Als eine Ursache für die Eiweißhaltigkeit des Tauwassers allgemein kann angesehen werden, daß die sich selbst bei schnellem Einfrieren der Tierkörper bildenden Eiskristalle partielle Veränderungen im Gewebe hervorrufen. Auf diese Weise wird die Fähigkeit der

Zellen, die während des Auftauens anfallende Flüssigkeit zu reabsorbieren, herabgesetzt. KHAN u. VAN DEN BERG (94) sowie SINGH u. ESSARY (214) konnten in Versuchen mit gefrorenem Geflügel nachweisen, daß sich derartige Zellschädigungen in Abhängigkeit von der Auftaugeschwindigkeit auf die Höhe des Flüssigkeitsverlusts auswirken. So ergab langsames Auftauen einen höheren Drip-Verlust als schnelles, da mehr Zeit für die Penetration des Wassers an die Oberfläche des Gewebes zur Verfügung steht. Mit steigendem Drip-Verlust nimmt aber auch der Anteil darin gelöster Proteine, Mineral- und anderer Nährstoffe zu (OSNER u. SHRIMPSON 168). Aus dem gegenüber dem Wb-Tauwasser doppelt so hohen Eiweißanteil im Ztp-Tauwasser sowie aus dessen niedrigem pH-Wert könnte daher geschlossen werden, daß im Ztp-Tw in größerem Umfang Gewebswasser vorliegt.

Das abfließende Tauwasser stellt außer durch seine flüssige Phase ein nach pH-Wert, Mineral- und Nährstoffangebot geeignetes Medium zur Vermehrung von Mikroorganismen dar. Für die Ermittlung des bakteriellen Status gefrorener Tierkörper aus dem Tauwasser sollte ein Auftauverfahren so beschaffen sein, daß eine qualitative und quantitative Veränderung der Mikroflora während des Auftauens nicht eintritt und eine Beurteilung des hygienischen Zustands des gefrorenen Tierkörpers aus seinem Tropfwasser möglich wird.

Eine Keimvermehrung während des Auftauens wird bei Ztp und im Wb anfangs durch die niedrige und bakterielle Wachstum hemmende Temperatur des abtropfenden Tauwassers weitgehend verhindert. Bis der unterste, das Wachstum einiger psychrophiler Bakterienarten ermöglichende Temperaturbereich von -5°C bis -10°C (SCHMIDT-LORENZ 197) erreicht und schließlich die $+0^{\circ}\text{C}$ -Grenze überschritten wird, vergeht je nach Intensität und Dauer der Wärmeeinwirkung bei den einzelnen Auftauverfahren

ren eine unterschiedlich lange Zeit. Das anfangs abtropfende Wasser besitzt zunächst noch nicht die Auftautemperatur, weil bei fortschreitendem Auftauen immer wieder kühles Tauwasser nachläuft, beim Auftauen im Wb und Mw sogar während der ganzen 90 bzw. 15 Minuten dauernden Tauzeit. Erst nach vollständigem Auftauen werden schließlich die Werte des umgebenden Mediums angenommen. Im Mw abtropfendes Tauwasser dagegen wird sehr schnell bis zum Verdunsten erhitzt.

Während des Zuflusses kühleren Drips finden insbesondere psychrotolerante Bakterien, wie Pseudomonadaceae und einige Arten aus der Familie der Enterobacteriaceae, günstige Vegetationsbedingungen. Mit dem Abtropfen braucht jedoch nicht sogleich auch mit einer Vermehrung der Mikroorganismen gerechnet zu werden. Die nach Einfrieren der Tierkörper ruhenden oder subletal geschädigten Keime bedürfen einer gewissen Zeit zur Reaktivierung. Ab wann und in welchem Umfang schließlich die Vermehrung einsetzt, hängt unter anderem von den vorhandenen Spezies, dem Grad individueller Schädigung und vor allem von der für die Vermehrung zur Verfügung stehenden Zeit ab.

In den eigenen Untersuchungen konnte für die Gkz bei Ztp eine deutlich höhere Keimzahl nachgewiesen werden als bei den beiden anderen Verfahren. Sie lag um durchschnittlich 2,4 (Wb) bzw. 3 (Mw) Zehnerpotenzen über den Vergleichswerten und erreichte einen Höchstwert von $4,3 \times 10^8$ /ml. Dabei lag selbst der niedrigste Wert um fast eine Zehnerpotenz über dem jeweils höchsten der beiden anderen Auftauverfahren. Danach muß also nicht nur bei einzelnen Tierkörpern, sondern im ganzen unter Ztp aufgetauten Kollektiv eine Keimvermehrung stattgefunden haben. Der bakterielle Status des nach 24-stündigem Tauen unter Ztp gewonnenen Tauwassers entspricht also nicht mehr dem des tiefgefrorenen Geflügels als zu

beuteilendem Objekt. Ähnliche Feststellungen trifft BAUMGARTNER (17), der nach Auftauen tiefgefrorenen Geflügels bei Ztp für die Dauer von 24 Stunden eine außerordentlich starke Vermehrung der Mikroorganismen beobachtete.

Im Tauwasser der im Wasserbad aufgetauten Brathähnchen betrug die durchschnittliche Keimzahl demgegenüber nur $2,0 \times 10^4$ /ml. Bei einer Auftauzeit von nur 90 Minuten ist eine wesentliche Keimvermehrung nicht zu erwarten, weil zur Erreichung geeigneter Temperaturen einmal selbst für die Vermehrung der psychrotoleranten Flora eine gewisse Zeit vergeht. Ferner muß die Reaktivierungsphase berücksichtigt werden, in der sich die Keime nicht vermehren. Schließlich kann sich die Bakterienzahl auch in der Wachstumsphase und unter günstigsten Vegetationsbedingungen höchstens alle 30 Minuten verdoppeln (KLEIST 102).

Auffälliger Befund der im Wb aufgetauten Brathähnchen ist der gegenüber den beiden anderen Verfahren niedrige Variationskoeffizient von 3,6% (s.Tab. 9). Der den Keimgehalt nivellierende Effekt der Eiswassertauchkühlung, während der jedes Brathähnchen der gleichen Keimbela-stung durch das gemeinsame Kühlwasser ausgesetzt wird (GÖTZE 58), scheint während der kurzen Auftauzeit von 90 Minuten erhalten zu bleiben.

Die geringste Keimzahl mit $6,2 \times 10^3$ /ml ist bei den im Mw aufgetauten Tierkörpern festgestellt worden. Diese gegenüber den Wb-Werten niedrigere GKz kann darauf zurückgeführt werden, daß während des Auftauens eine partielle Abtötung der im Tauwasser befindlichen Keime stattfindet. Der Teil des auf die Glasplatte abgeflossenen Tauwassers nämlich, der unmittelbar im Strahlungsbereich liegt, wird bis zum Verdunsten erhitzt, und die darin befindlichen Keime können abgetötet oder zumindest

weitgehend inaktiviert werden (GOLDBLITH u. WANG 66; INCZEL 88). Dieses keimärmere Tw mischt sich beim Auf-
fangen des Gesamtdrips mit dem deutlich kühleren, un-
ter dem Tierkörper vor direkter Strahleneinwirkung ge-
schützt liegenden, frisch abgelaufenen, keimhaltigeren
Tauwasser, so daß die Keimzahl durch diese Vermischung
insgesamt geringer ist. Hinzu kommt, daß die der Haut
fester anhaftenden Keime nicht so schnell mit dem ab-
laufenden Tauwasser der äußeren Oberfläche abgeschwemmt
werden. Sie können daher bereits an Ort und Stelle
durch die auf das Gewebe einwirkenden Temperaturen in-
aktiviert bzw. abgetötet werden und gehen auf diese
Weise der Zählung verloren. Die GKz nach dem Auftauen
im Mw gibt also zu niedrige Werte an und entspricht der
tatsächlichen Kontamination der Brathähnchen vor dem
Auftauen nicht.

Die vier quantitativ bestimmten Keimarten eines jeden
der drei untersuchten Auftauverfahren wurden paarweise
im Rangsummentest nach Wilcoxon-Mann-Whitney bei einer
Irrtumswahrscheinlichkeit $p < 5\%$ miteinander verglichen.
Für Gkz, Eb und Ps konnte jeweils, für St nur zwischen
dem Auftauen unter Ztp und im Mw ein signifikanter Unter-
schied ermittelt werden. Bemerkenswert erscheint, daß
der Anteil der Eb an der Gkz beim Auftauen unter Ztp
gegenüber dem Auftauen im Wb und Mw zwei- bzw. sogar
dreimal größer war. Weder für Ps, noch für St konnte ein
ähnlicher Befund erhoben werden. Danach sind Eb-Spezies
möglicherweise zu schnellerer Anpassung an die veränderten
Lebensbedingungen in der Lage und verfügen dann über
kürzere Generationszeiten als die übrigen untersuchten
Keimarten. Während einer Auftauzeit von 24 Stunden unter
Ztp muß also über eine allgemeine Keimvermehrung hinaus
mit einer Verschiebung innerhalb der Keimflora zugunsten
der Eb gerechnet werden.

Die Untersuchungen I haben gezeigt, daß die als Gewichtsverlust in g gemessenen und auf das Nettogewicht der Tierkörper bezogenen Auftauverluste von gefrorenem Geflügel bei den drei geprüften Auftauverfahren mit einer Spanne von 0,66 % dicht beisammen liegen. Es konnten mit dem Rangsummentest keine verfahrensabhängigen Unterschiede ermittelt werden. Bei der Messung des Auftauverlusts in ml beim Mw-Verfahren verdunstet Tauwasser während des Auftauens durch Erhitzung und lässt daher keine Beurteilung zu. Die höchsten Werte wurden unter Ztp erzielt. Dieses Verfahren ist einfach zu handhaben, aber bei einer Dauer von 24 Stunden sehr zeitaufwendig. Dagegen waren die Tierkörper im Mw bereits nach 15 Minuten weitgehend aufgetaut, der Arbeitsaufwand durch mehrfaches Wenden während des Auftauprozesses aber ist sehr groß. Die niedrigsten Gewichtsverluste wurden beim Auftauen im Wb gemessen. Dieses Verfahren ist im Ansatz zwar etwas aufwendiger als die beiden anderen, dennoch aber bedeutend weniger zeitaufwendig als das Ztp-Verfahren und auch weniger arbeitsaufwendig als das Mw-Verfahren.

Der bakterielle Status des Tauwassers von 24 Stunden unter Ztp aufgetauten Hähnchen entspricht demjenigen des tiefgefrorenen Geflügels als dem zu beurteilenden Objekt nicht. Unter Ztp ist sowohl mit einer deutlichen Keimvermehrung wie auch mit einer Verschiebung innerhalb der Keimflora zugunsten der Eb zu rechnen. Auch aus dem durch Auftauen im Mw-Gerät gewonnenen Tauwasser ist eine zutreffende Bestimmung des Keimgehalts nicht möglich, da die im Tauwasser vorhandene Keimzahl durch die einwirkenden hohen Temperaturen reduziert wird. Dagegen scheint der bakterielle Status des Wb-Tw dem des gefrorenen Geflügels am ehesten zu entsprechen, da mit einer nennenswerten Keimvermehrung bei der Kürze der Auftauzeit und unter Berücksichtigung der für die Aktivierung von im Gefrierzustand befindlichen Mikroorganismen erforderlichen Zeitdauer kaum zu rechnen ist.

Das Verfahren Wb ist daher weiteren Untersuchungen unterzogen worden. Dabei sollte der genaue Zeitpunkt des vollständigen Auftauens der Tierkörper sowie das Verhalten der Keimflora während dieser Zeit festgestellt und beurteilt werden.

4.2. Einfluß der Auftauzeit auf Auftauverluste und bakteriologische Beschaffenheit von im Wasserbad aufgetauten Brathähnchen

Das Auftauen im Wasserbad wurde nach folgenden Gesichtspunkten überprüft:

1. In welcher Zeit werden 1000 g schwere Brathähnchen vollständig aufgetaut?
2. Nach welcher Auftauzeit ist das gesamte aufgenommene Fremdwasser abgeflossen?
3. Wie verhält sich die Keimflora im Tauwasser während der Auftauzeit quantitativ und qualitativ?

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde Tauwasser von 20 Brathähnchen zunächst alle 30 Minuten und von der dritten Stunde an stündlich bis zu einer Gesamtdauer von 6 Stunden sowie in einigen Fällen nach 9 und 12 Stunden entnommen und untersucht. Nach jeder Probenahme wurden die Tierkörper in neue sterile Plastikbeutel gegeben und erneut in das Wasserbad eingehängt. Zusätzlich zum Vorgehen bei den Untersuchungen I wurde der Temperaturverlauf während des Auftauens in Brust- und Unterschenkelmuskulatur registriert.

4.2.1. Ergebnisse Untersuchungen II

Die Temperatur, die als Mittelwert der jeweils auf der rechten und linken Körperseite vorgenommenen Messung angegeben ist, steigt in den verschiedenen Teilen des

Tierkörpers nicht gleichmäßig an. Die Unterschenkelmuskulatur erreichte bereits nach 60 Minuten mit durchschnittlich $+3,8^{\circ}\text{C}$ einen über dem Gefrierpunkt liegenden Wert (s.Tab. 13). Nach 90 Minuten wurden $16,4^{\circ}\text{C}$, nach 120 Minuten $26,0^{\circ}\text{C}$ gemessen und nach 4 Stunden mit 39°C beinahe die Temperatur des umgebenden Wassers. Der in Abb. 1 graphisch dargestellte Temperaturanstieg verlief in der Brustmuskulatur etwas langsamer (s.Tab. 14). Insgesamt positive Temperaturen wurden erstmals nach 90 Minuten mit durchschnittlich $+6,2^{\circ}\text{C}$ gemessen. Der weitere Anstieg der Kurve verläuft mit derjenigen der Unterschenkelmuskulatur annähernd synchron, und nach 4 Stunden wurde mit $38,9^{\circ}\text{C}$ ebenfalls der Endwert nahezu erreicht.

Wie die Extremwerte zum Ausdruck bringen, wurden erhebliche Schwankungen um die jeweiligen Durchschnittswerte festgestellt. So lag die mittlere Temperatur in der Unterschenkelmuskulatur nach 60 Minuten zwar bei $+3,8^{\circ}\text{C}$, achtmal aber wurden noch unter dem Gefrierpunkt liegende Werte mit bis zu -4°C gemessen. Die höchste Temperatur dagegen betrug bereits $+22^{\circ}\text{C}$. Mit fortschreitendem Auftauen wurde die Spannweite der Extremwerte geringer, und die Standardabweichung nahm ab.

Entsprechend waren die Verhältnisse in der Brustmuskulatur. Hier war jedoch der Durchschnittswert erst nach 90 Minuten mit $+6,2^{\circ}\text{C}$ positiv, obgleich ein Drittel der Hähnchen noch Minustemperaturen aufwies. Erst nach 120 Minuten hatte die Körpertemperatur aller Hähnchen die Nullgradgrenze überschritten, der niedrigste gemessene Wert betrug $+9^{\circ}\text{C}$. Die in die Körperhöhle eingelegten Innereien waren nach 90 Minuten stets noch gefroren. In mehreren (6) Fällen war das Innereien-Päckchen der Körperhöhle leicht angefroren. Nach 120 Minuten Tauzeit dagegen war es leicht zu entfernen.

Der Tauwasseranfall (s.Tab. 15) war in den ersten 30 Minuten am größten, fiel dann deutlich ab, stieg nach 2 Stunden wieder etwas an und schwankte anschließend bis gegen Ende der Untersuchung zwischen 1,9 und 2,9 ml. Setzt man die gesamte nach Erreichen der $+40^{\circ}\text{C}$ -Grenze in 6 Stunden gewonnene Tauwassermenge gleich 100%, dann waren nach 30 Minuten 48,2% abgeflossen (s.Abb. 2) und nach 90 Minuten, als bei einigen Tieren in der Tiefe der Brustmuskulatur noch Minustemperaturen gemessen wurden, 68,5%. 120 Minuten nach Versuchsbeginn, als alle untersuchten Tierkörper vollständig aufgetaut waren, betrug der Anteil 80,6%. Bei sieben Brathähnchen wurde die Untersuchung auf 9 und 12 Stunden ausgedehnt, obwohl sie die Wassertemperatur von 40°C längst erreicht hatten. Nach 9 Stunden konnten im Mittel weitere 7 ml und nach 12 Stunden nochmals 8,6 ml Flüssigkeit gewonnen werden, die eine tiefrote bis bräunliche Farbe besaß.

Der Gesamteiweißgehalt des Tauwassers (s.Tab. 16 und Abb. 2) erhöhte sich in den ersten drei Stunden von 0,96 auf 6,85 g/100 ml, wies nach 4 Stunden einen leichten Rückgang auf und stieg danach nur noch schwach an. Gegenüber dem Ausgangswert von 0,96 g/100 ml Tw war der Endwert nach 6 Stunden mit 7,94 g/100 ml mehr als achtmal so groß. Der bei Versuchsbeginn mit 84,6% hohe Variationskoeffizient nahm erst mit steigendem Durchschnittswert im Verlauf der Untersuchungen ab. Die Messungen nach 4, 5 und 6 Stunden umfaßten jeweils nur 17 Proben, da die Tauwassermenge in drei Fällen nicht für die Bestimmung des Eiweißgehalts ausreichte.

Der mesophile aerobe Keimgehalt (s.Tab. 17) zeigte innerhalb der sechsständigen Auftauzeit eine insgesamt stetige Aufwärtsentwicklung um drei Zehnerpotenzen von $6,1 \times 10^4$ auf $8,7 \times 10^7$ (s.Abb. 3). Der Keimanstieg erschien zunächst nur langsam. Legt man den 30-Minuten-Wert als Bezugsgröße zu Grunde, so waren die Befunde

nach 60 Minuten um 0,26 Zehnerpotenzen, nach 90 Minuten um 0,53, nach 120 Minuten um 0,56 und nach 2 1/2 Stunden um 0,68 Zehnerpotenzen größer. Nach drei Stunden betrug die Keimvermehrung bereits mehr als eine Zehnerpotenz.

Während in den Durchschnittswerten je Untersuchungszeitpunkt eine zunächst zwar nur schwache, dennoch aber stetige Aufwärtsentwicklung zum Ausdruck kommt, traf das für alle Einzelfälle nicht zu. So lag die Keimzahl nach 90-minütiger Auftauzeit bei einem Drittel nicht über dem 60-Minuten-Wert. Nach zweistündiger Auftauzeit hatte sie sich gegenüber dem 90-Minuten-Wert sogar nur bei 55% der untersuchten Hähnchen erhöht, bei 45% aber war sie geringfügig niedriger. Verglichen mit dem Ausgangswert nach 30 Minuten, war eine Keimvermehrung nach 2 Stunden in 90% der untersuchten Tauwasser festzustellen. Erst 2 1/2 Stunden nach Auftaubeginn wurde sowohl im Vergleich zum 30-Minuten-Wert als auch zur vorhergehenden Messung ein Keimanstieg in den Tw des gesamten Untersuchungskollektivs und nicht nur einzelner Tierkörper festgestellt. In den folgenden drei Stunden bis zum Versuchsende nach 6 Stunden vermehrten sich die Keime wesentlich schneller, wie der nun steilere Anstieg der Kurve in Abb. 3 veranschaulicht.

Die Entwicklung der Enterobacteriaceae nahm, wie aus Tab. 18 bzw. Abb. 3 zu ersehen ist, auf niedrigerem Niveau einen ähnlichen Verlauf wie die GKz. Auch hier erschien die Keimvermehrung zunächst langsam. So machten die Differenz zum 30-Minuten-Ausgangswert nach 60 Minuten 0,08 Zehnerpotenzen aus, nach 90 Minuten 0,29 und nach 120 Minuten 0,66. Nach 2 1/2 Stunden betrug sie 0,81 und nach 3 Stunden bereits 1,43 Zehnerpotenzen. Diese Entwicklung traf nicht für alle Hähnchen gleichermaßen zu. Nach 90 Minuten, 2 und 2 1/2 Stunden war die Eb-Zahl bei 30%, 35% und 15% gleich oder niedri-

ger als in der jeweils vorangegangenen Zählung.

Obgleich erst nach 3 Stunden eine im Vergleich zur jeweils vorangegangenen Zählung auch in jedem Einzelfall höhere Keimzahl zu ermitteln war, konnte zu diesem Zeitpunkt aber bereits eine im Durchschnitt stärkere Beschleunigung der Eb-Vermehrung gegenüber der GKz festgestellt werden, so daß sich beide Kurven nähern. Während die Differenz zwischen GKz und Eb-Zahl zu Beginn der Untersuchung mehr als zwei Zehnerpotenzen ausmachte ($GKz\ 6,1 \times 10^4$: $Eb\ 4,6 \times 10^2$), betrug sie nach 6 Stunden nur noch knapp eine Zehnerpotenz ($GKz\ 8,7 \times 10^7$: $Eb\ 1,0 \times 10^7$).

Die Pseudomonadaceae vermehrten sich langsamer als die übrigen Keimarten (s.Tab. 19). Nach 60, 90 und 120 Minuten sowie nach 2 1/2 Stunden lagen die Ergebnisse nur um 0,05, 0,16, 0,29 bzw. 0,34 Zehnerpotenzen über dem Ausgangswert. Obwohl zu Beginn der Untersuchungen im Durchschnitt um 0,55 und 0,96 Zehnerpotenzen über der Eb- bzw. St-Zahl liegend, wiesen die Keimzahlen nach drei Stunden dann den niedrigsten Durchschnittswert der drei miteinander verglichenen Keimarten auf. Bezogen auf den Ausgangswert von 30 Minuten, konnte nach 2 1/2 und 3 Stunden bei jeweils 10% der Hähnchen keine Keimvermehrung festgestellt werden. Nach 2 1/2 Stunden war bei 35%, nach dreistündigem Auftauen im Tauwasser von 40% der Hähnchen ein Rückgang der Pseudomonadenzahl, bezogen auf die vorangegangene Messung, nachzuweisen. Mit einer Ausnahme war dieser Rückgang immer bei denjenigen Hähnchen festzustellen, aus deren Tauwasser sich nach der darauffolgenden Auftauzeit keine Ps mehr isolieren ließen. Nach 4 Stunden waren drei, nach 5 Stunden acht und nach 6 Stunden bereits zwölf Tauwasser Ps-negativ. Die Verminderung der Ps vor ihrem endgültigen Ausbleiben betrug maximal eine Zehnerpotenz. Im übrigen waren sie von einer Untersuchungs-

stufe zur anderen plötzlich nicht mehr nachzuweisen. Die durchschnittlichen Keimzahlen der acht bis Versuchsende Ps-positiven Tauwasser blieben von der dritten bis zur 6. Stunde beinahe gleich hoch.

Die Anzahl koagulase-positiver Staphylokokken im Tauwasser (s.Tab. 20 bzw. Abb. 3) veränderte sich bis zur zweiten Untersuchungsstunde nur wenig, stieg dann aber, früher als GKz und Eb, deutlich an und erreichte nach sechs Stunden einen Höchstwert von $7,5 \times 10^5$ /ml Tw. Nach 90 Minuten Auftauzeit konnten erst um knapp 0,1 Zehnerpotenzen mehr St als nach 30 Minuten nachgewiesen werden, nach 120 Minuten um 0,25, nach 2 1/2 Stunden aber schon um 0,97 und nach drei Stunden um 1,43 Zehnerpotenzen mehr. Bei je einem Viertel der Tiere lag die St-Zahl nach 90 Minuten, 120 Minuten und 2 1/2 Stunden unter der jeweils vorangegangenen Messung. Nach 2 1/2 Stunden wies nur noch ein Hähnchen eine niedrigere Keimzahl als nach 30 Minuten auf. Drei Stunden nach Auftaubeginn lag das Ergebnis immer sowohl über dem 30-Minuten-Wert als auch über dem 2 1/2 Stunden-Wert. Die stärkste Vermehrungsrate ist zwischen der zweiten und dritten Stunde zu verzeichnen, danach nimmt die Kurve einen etwas flacheren Verlauf (s.Abb. 3).

Tabelle 13

Einfluß der Auftauzeit auf die Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) in der
Unterschenkelmuskulatur ($n = 20$)

Zeit	$\bar{x}$	s	Extremwerte
30 Min.	- 2,1	4,25	- 9 bis +12
60 Min.	+ 3,8	6,96	- 4 bis +22
90 Min.	+16,4	6,06	+ 7 bis +31
2 Std.	+26,0	4,44	+19 bis +32
2,5Std.	+33,1	2,60	+28 bis +39
3 Std.	+36,9	1,86	+33 bis +40
4 Std.	+39,0	0,73	+38 bis +40
5 Std.	+39,6	0,57	+38 bis +40
6 Std.	+40,0	—	+ 40

$\bar{x}$ = Durchschnittswert; s = Standardabweichung

Tabelle 14

Einfluß der Auftauzeit auf die Temperatur ($^{\circ}\text{C}$) in der
Brustmuskulatur ($n = 20$)

Zeit	$\bar{x}$	s	Extremwerte
30 Min.	- 7,0	3,75	-11 bis - 4
60 Min.	- 3,5	3,13	- 8 bis + 4
90 Min.	+ 6,2	6,71	- 5 bis +18
2 Std.	+19,5	6,14	+ 9 bis +29
2,5Std.	+29,8	3,41	+25 bis +36
3 Std.	+34,8	2,38	+30 bis +39
4 Std.	+38,9	0,79	+38 bis +40
5 Std.	+39,7	0,65	+38 bis +40
6 Std.	+40,0	—	+ 40

Abbildung 1

Temperaturentwicklung in Brust- und Unterschenkelmuskulatur während des Auftauens

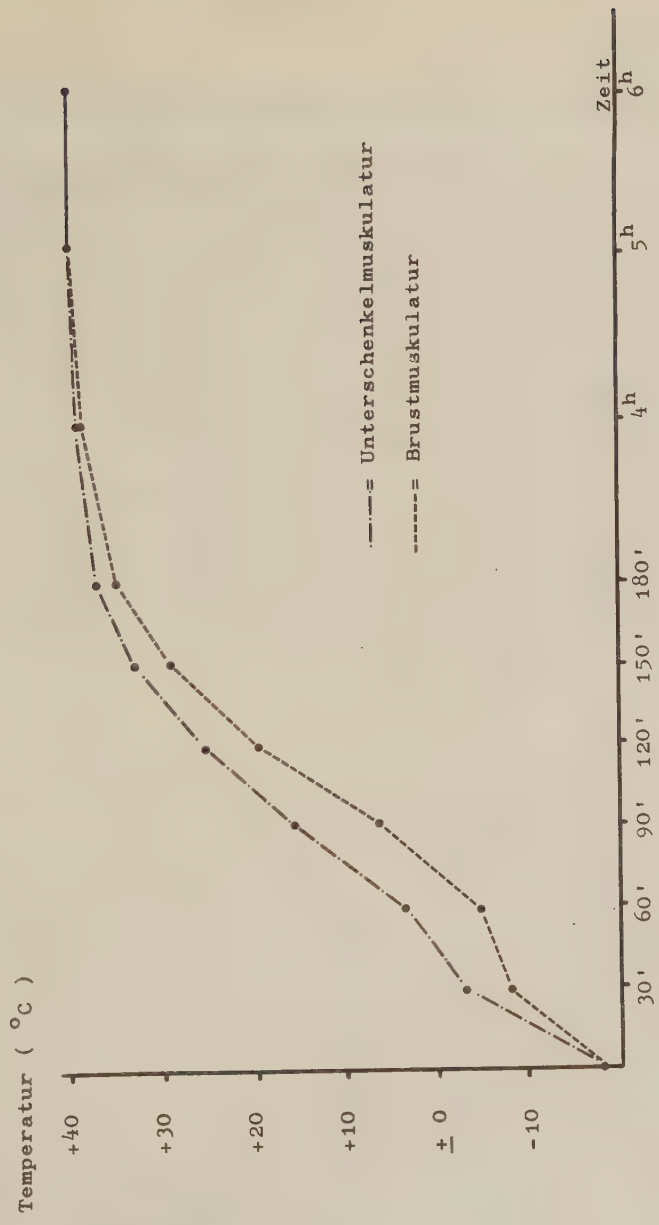


Tabelle 15

Tauwasseranfall (ml) in Abhängigkeit von der Auftauzeit
(n = 20)

Zeit	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
30 Min.	35,9	17,01	47,4%	10,0 - 82,0
60 Min.	8,2	4,12	50,5%	0,2 - 17,7
90 Min.	6,9	4,58	68,6%	2,0 - 16,0
2 Std.	9,0	5,55	61,4%	1,0 - 23,5
2,5Std.	5,2	4,94	94,3%	1,5 - 20,0
3 Std.	2,0	1,25	62,7%	0,5 - 5,2
4 Std.	2,4	1,92	80,7%	0,1 - 7,0
5 Std.	2,9	2,31	80,9%	0,1 - 10,0
6 Std.	1,9	1,44	73,6%	0,1 - 5,4

v = Variationskoeffizient

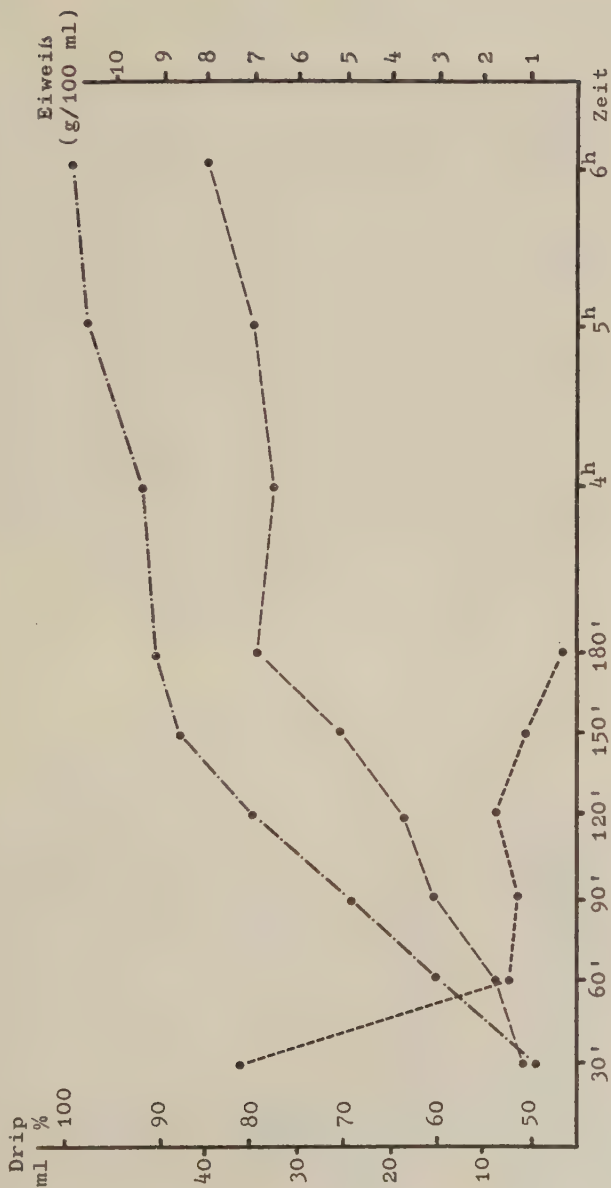
Tabelle 16

Gesamteiweißgehalt des Tauwassers (g/100 ml) in Abhängigkeit von der Auftauzeit (n = 20)

Zeit	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
30 Min.	0,96	0,81	84,6%	0,17 - 3,33
60 Min.	1,79	1,49	83,4%	0,61 - 7,45
90 Min.	2,94	2,03	69,2%	1,46 - 9,45
2 Std.	3,67	2,26	61,7%	1,73 - 10,91
2,5Std.	5,05	2,39	47,2%	2,21 - 10,95
3 Std.	6,85	3,10	45,3%	3,47 - 14,62
4 Std.	6,54	1,84	28,1%	4,39 - 12,14
5 Std.	6,96	2,10	30,2%	2,18 - 10,68
6 Std.	7,94	1,88	23,7%	4,62 - 11,49

Abbildung 2

Höhe des Tauwasserverlusts und Eiweißgehalt des Tauwassers nach unterschiedlich
langem Auftauen



----- Bis zum jeweiligen Zeitpunkt aufgefangener Drip in % von der
Gesamttauwassermenge nach 6-stündiger Versuchszeit
----- Drip in ml
----- Eiweißgehalt des Tauwassers

Tabelle 17

Entwicklung des aeroben mesophilen Gesamtkeimgehaltes im
Tauwasser während des Auftauens (n = 20)

Zeit	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
30 Min.	$6,1 \times 10^4$	0,38	7,9%	$1,7 \times 10^4 - 8,7 \times 10^5$
60 Min.	$8,7 \times 10^4$	0,18	3,6%	$4,5 \times 10^4 - 2,4 \times 10^5$
90 Min.	$1,4 \times 10^5$	0,47	9,2%	$4,7 \times 10^4 - 5,5 \times 10^6$
2 Std.	$1,7 \times 10^5$	0,32	6,2%	$4,6 \times 10^4 - 6,9 \times 10^5$
2,5 Std.	$2,9 \times 10^5$	0,35	6,5%	$7,9 \times 10^4 - 1,8 \times 10^6$
3 Std.	$7,0 \times 10^5$	0,36	6,2%	$1,4 \times 10^5 - 3,7 \times 10^6$
4 Std.	$2,9 \times 10^6$	0,45	6,9%	$1,9 \times 10^5 - 2,3 \times 10^7$
5 Std.	$1,6 \times 10^7$	0,38	5,3%	$3,8 \times 10^6 - 1,1 \times 10^8$
6 Std.	$8,7 \times 10^7$	0,32	4,1%	$3,1 \times 10^7 - 4,3 \times 10^8$

$\bar{x}_G$ = Geometrisches Mittel; s = Standardabweichung und
v = Variationskoeffizient des dekadischen Logarithmus der
Einzelwerte

Tabelle 18

Entwicklung der Enterobacteriaceae im Tauwasser während
des Auftauens (n = 20)

Zeit	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
30 Min.	$4,6 \times 10^2$	0,48	18,1%	$2,0 \times 10^2 - 6,0 \times 10^3$
60 Min.	$5,4 \times 10^2$	0,51	18,6%	$8,0 \times 10^1 - 1,0 \times 10^4$
90 Min.	$7,5 \times 10^2$	0,66	23,1%	$1,8 \times 10^2 - 5,0 \times 10^4$
2 Std.	$1,2 \times 10^3$	0,73	23,7%	$2,4 \times 10^2 - 4,2 \times 10^4$
2,5 Std.	$2,7 \times 10^3$	0,81	23,7%	$4,8 \times 10^2 - 7,8 \times 10^4$
3 Std.	$8,9 \times 10^3$	0,74	18,7%	$1,6 \times 10^2 - 1,4 \times 10^5$
4 Std.	$1,3 \times 10^5$	0,51	10,0%	$2,4 \times 10^4 - 1,2 \times 10^6$
5 Std.	$1,4 \times 10^6$	0,62	10,2%	$1,2 \times 10^5 - 1,9 \times 10^7$
6 Std.	$1,0 \times 10^7$	0,40	5,7%	$1,4 \times 10^6 - 3,7 \times 10^7$

Tabelle 19

Entwicklung der Pseudomonadaceae im Tauwasser während des Auftauens (n = 20)

Zeit	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
30 Min.	$1,1 \times 10^3$	0,47	15,7%	$2,2 \times 10^2 - 8,0 \times 10^3$
60 Min.	$1,6 \times 10^3$	0,45	14,0%	$2,8 \times 10^2 - 2,4 \times 10^4$
90 Min.	$2,7 \times 10^3$	0,47	13,9%	$2,6 \times 10^2 - 2,4 \times 10^4$
2 Std.	$4,0 \times 10^3$	0,45	12,4%	$4,0 \times 10^2 - 6,2 \times 10^4$
2,5Std.	$4,5 \times 10^3$	0,43	11,7%	$6,4 \times 10^2 - 4,4 \times 10^4$
3 Std.	$5,2 \times 10^3$	0,50	13,4%	$1,0 \times 10^2 - 2,4 \times 10^4$
4 Std.	$6,0 \times 10^3$	0,34	8,9%	$2,6 \times 10^3 - 2,6 \times 10^4$
5 Std.	$5,0 \times 10^3$	0,42	11,4%	$1,6 \times 10^3 - 3,0 \times 10^4$
6 Std.	$5,1 \times 10^3$	0,62	16,6%	$1,0 \times 10^3 - 5,2 \times 10^4$

Die Werte bei 4, 5 und 6 Stunden beziehen sich nur auf 17 bzw. 12 bzw. 8 positive Ansätze

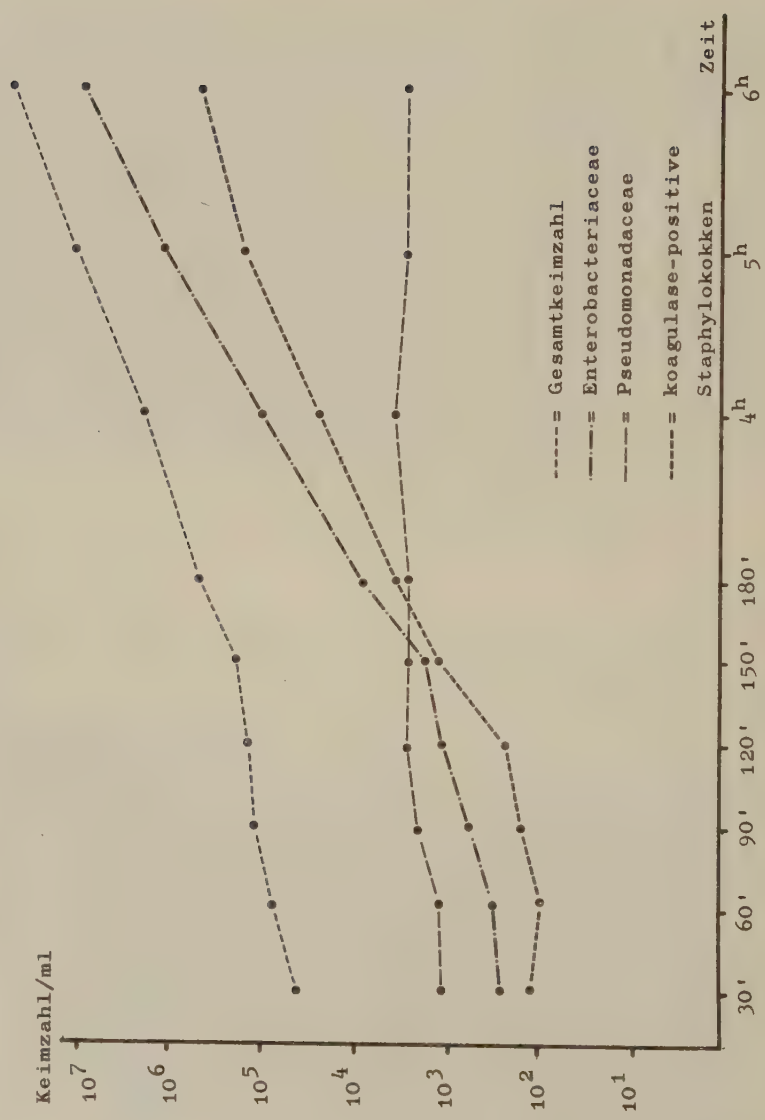
Tabelle 20

Entwicklung der koagulase-positiven Staphylokokken im Tauwasser während des Auftauens (n = 20)

Zeit	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
30 Min.	$1,4 \times 10^2$	0,39	18,1%	$2,0 \times 10^1 - 6,0 \times 10^2$
60 Min.	$1,0 \times 10^2$	0,43	20,9%	$2,0 \times 10^1 - 4,0 \times 10^2$
90 Min.	$2,2 \times 10^2$	0,30	12,8%	$6,0 \times 10^1 - 6,8 \times 10^2$
2 Std.	$3,9 \times 10^2$	0,55	21,4%	$1,2 \times 10^2 - 8,6 \times 10^3$
2,5Std.	$1,1 \times 10^3$	0,54	17,7%	$1,0 \times 10^3 - 1,0 \times 10^4$
3 Std.	$5,7 \times 10^3$	0,54	14,2%	$3,8 \times 10^3 - 6,4 \times 10^4$
4 Std.	$4,6 \times 10^3$	0,35	7,6%	$7,8 \times 10^3 - 2,2 \times 10^5$
5 Std.	$2,4 \times 10^5$	0,36	6,7%	$4,2 \times 10^4 - 1,2 \times 10^6$
6 Std.	$7,5 \times 10^5$	0,43	7,3%	$1,2 \times 10^5 - 7,8 \times 10^6$

Abbildung 2

Keimzahlentwicklung während des Auftauens



4.2.2. Besprechung der Ergebnisse II

Als vollständig aufgetaut kann der Geflügelschlachtkörper dann angesehen werden, wenn die Temperatur in seinem dicksten Muskel, der Brustmuskulatur, die 0°C -Grenze überschritten hat. Danach ist anzunehmen, daß auch alle übrigen, weniger starken Muskelpartien und damit der gesamte Geflügelschlachtkörper aufgetaut sind. Das vollständige Auftauen ist Voraussetzung für die Prüfung der substantiellen Beschaffenheit sowie für die Feststellung des Tauwasserverlusts.

Nach den Untersuchungsergebnissen II reicht eine Auftauzeit von 90 Minuten nicht aus, um ein 1000 g schweres Brathähnchen im Wasserbad mit Sicherheit aufzutauen. Zwar betrug die niedrigste Temperatur in der sich schneller erwärmenden Unterschenkelmuskulatur bereits $+7^{\circ}\text{C}$, in der Tiefe der Brustmuskulatur aber wurden sechsmal noch Werte unter $+ 0^{\circ}\text{C}$ festgestellt. Bei sechs Tierkörpern waren die eingelegten Innereien der Bauchhöhle außerdem noch angefroren, und die Entnahme der Innereienpäckchen bereitete hier Schwierigkeiten. Insgesamt ein Drittel der untersuchten Hähnchen also erwies sich nach 90 Minuten als nicht aufgetaut. - Erst nach einer Auftauzeit von 120 Minuten wurden in Unterschenkel- und Brustmuskulatur keine negativen Werte mehr gemessen. Alle Tierkörper waren vollständig aufgetaut. Die Einlage ließ sich mühelos entfernen, die Organe selbst waren im Inneren teilweise noch gefroren.

Ein technischer Unterschied beim Auftauverfahren Wb der Untersuchungen II gegenüber den Untersuchungen I besteht darin, daß der Drip bei der Versuchsanordnung II alle 30 und später alle 60 Minuten aus den Plastikbeuteln entfernt wurde. Dabei wird der Tauvorgang im Gegensatz zum kontinuierlichen Auftauen der Untersuchungen I jeweils kurz unterbrochen und insgesamt verzögert.

Wie aus Tab. 15 sowie Abb. 2 abzulesen ist, fällt der Drip-Verlust in den ersten 30 Minuten mit durchschnittlich 35,9 ml, das entspricht beinahe 50% des in 6 Stunden insgesamt gemessenen Tropfwassers, am weitaus höchsten aus und nimmt danach bis zum Ende der Versuchszeit deutlich ab. Diese Entwicklung läßt sich so erklären, daß zunächst die auf der äußeren Oberfläche der Hähnchen befindliche Eisschicht aus locker anhaftendem Fremdwasser auftaut und abfließt. Danach erst können auch tiefere Schichten des Tierkörpers erwärmen, bis zuletzt die in die Körperhöhle eingelegten Innereien auftauen. Da Flüssigkeit nur dort aus dem Gewebe herausdiffundieren kann, wo der Tierkörper bereits aufgetaut ist, verläuft die Abgabe von Fremdwasser, das während des Schlachtens unter die Haut und in die Bauchhöhle gelangt ist, sowie von Gewebsflüssigkeit langsamer als die Temperaturerhöhung. Im Gesamttropfwasser ist stets auch Fleischwasser enthalten (GIBKE u. GLEES 54). Dieses vermag bereits abzutropfen, während das vor allem durch mangelhafte Schlachttechnik manchmal in beträchtlicher Menge in Gewebsspalten unter die Haut gelangte Spül- und Kühlwasser noch im Tierkörper haftet. Mit fortschreitendem Auftaugrad nimmt der Anteil an Gewebswasser im Drip zu. In dem bis zur dritten Stunde steilen Anstieg des Eiweißgehalts (s. Abb.2) und aus der immer intensiver rot werdenden Farbe des Tauwassers kann die Bestätigung dafür gesehen werden, daß bereits frühzeitig schon Fleischwasser abtropft, bis nach drei Stunden, wenn der Eiweißwert annähernd gleich hoch bleibt, der Anteil an Gewebswasser im Gesamtdrip zu überwiegen scheint.

Schwierigkeiten bei der Bestimmung des Fremdwassergehalts tiefgefrorenen Geflügels bereitet demnach die Abgrenzung des eigentlichen, kaum Eiweiß enthaltenden Fremdwassers von der mitablaufenden eiweißreichen Gewebsflüssigkeit.

Zwischen Eiweißgehalt und Menge des Drips eine Beziehung herzustellen, um anhand des Eiweißgehaltes im Tauwasser entscheiden zu können, in welcher Höhe Gewebswasser in den Drip eingegangen ist, erscheint schwierig. Erstens enthält schon das äußerlich anhaftende Eis, das aus vor dem Verpacken nicht abgetropftem Kühlwasser stammt, bereits mehr oder weniger viel Eiweißpartikel. Zweitens nimmt der Drip im Verlauf des Auftauens ab, während drittens Gewebssflüssigkeit und damit körpereigene Eiweißstoffe größtenteils erst nach dem Auftauen der Brathähnchen allmählich an die Tierkörperoberfläche diffundieren können. Ein hoher Eiweißgehalt ist vermutlich weniger auf eine Konzentrationssteigerung in geringer Tauwassermenge zurückzuführen, als vielmehr auf den höheren Eiweißgehalt des gegen Ende des Auftauprozesses abtropfenden Gewebswassers.

Auf diese Weise ist auch die erhebliche Differenz zwischen dem nach 90 Minuten gemessenen Eiweißgehalt des Tauwassers von 2,94 g/100 ml und 1,67 g/100 ml der Untersuchungen I zu erklären. In den Untersuchungen I nämlich mischt sich das anfangs schnell ablaufende Tauwasser niedrigeren Eiweißgehalts mit gegen Ende der Auftauzeit abnehmenden Mengen Tropfwassers höheren Eiweißgehalts, und der ermittelte Gesamteiweißgehalt fällt niedriger aus, als wenn, wie in Versuch II, jede 30 bzw. 60 Minuten einzeln untersucht wird.

Erst wenn während langdauerndem Auftauen eine Proteolyse des Gewebes, vor allem infolge bakterieller Zersetzung, beginnt, ist wieder mit einem Anstieg der Tropfwassermenge zu rechnen. Ihr Eiweißgehalt nach 9 und 12 Stunden lag jedoch so hoch, daß er mit der angewandten Untersuchungstechnik nicht bestimmt werden konnte.

Der beinahe gleichbleibend hohe Eiweißanteil im Tropfwasser nach 3, 4, 5 und 6 Stunden legt nahe, daß mit zunehmender Auftauzeit nicht mehr mit der Abgabe von eiweiß-armem Fremdwasser gerechnet werden kann. Daher sollte die Auftauzeit zur Überprüfung des Fremdwassergehalts gefrorener Brathähnchen in einem +40°C warmen Wasserbad so kurz wie möglich sein. Da die Tierkörper aber nach 90 Minuten noch nicht vollständig aufgetaut sind, kann für die Ermittlung des Fremdwassergehalts nur eine Zeit von 2 Stunden empfohlen werden.

Bezogen auf den Gesamtdrip nach 6 Stunden, wurden nach zwei Stunden schon 80,6% des Tropfwassers aufgefangen. Da mit fortwährendem Auftauen der Gewebswasseranteil im Tropfwasser ansteigt, kann angenommen werden, daß der prozentuale Anteil an Fremdwasser nach 120 Minuten Auftauens größer ist als jene 80,6%, die sich auf die nach 6 Stunden insgesamt gemessene Menge Tropfwassers beziehen, das Gewebswasser also miteinschließen. Andererseits muß einmal berücksichtigt werden, daß die tatsächliche Fremdwassermenge unbekannt ist und nach HILDEBRAND, LANGNER, WEISS u. BERNER (84) zum anderen eine erheblich über 6 Stunden hinausgehende Auftauzeit benötigt wird, um einen dem Fremdwassergehalt adäquaten Tauwasserverlust zu erzielen.

Die Keimzahlentwicklung während der sechsständigen Auftauzeit wird in Abb. 3 veranschaulicht. Die GKz sowie die drei quantitativ untersuchten Keimarten nehmen bis zur dritten Stunde nach Versuchsbeginn einen von Zählung zu Zählung uneinheitlichen Verlauf. Er ist charakterisiert durch ein phasenweises Ansteigen, Abfallen oder auch Gleichbleiben der Keimzahlen. Für dieses wechselhafte Verhalten mag eine individuell unterschiedlich lange Inkubationszeit der in gefrorenem Zustand ruhenden oder geschädigten Bakterien bis zu ihrer vollständigen Aktivierung eine Rolle spielen. Andererseits kann auch die Schwankungsbreite, die mit einer Keimzahlbestimmung verbunden ist, teilweise dafür verantwortlich gemacht werden (UNTERMANN 236).

Der Einfluß von Einfrieren und Wiederauftauen auf die Keimflora und Keimzahl des Fleisches wird in der Literatur nicht einheitlich beurteilt. Überwiegend wird jedoch die Auffassung vertreten, daß durch den Gefrierprozeß eine Keimreduktion erfolgt und daß die Mikroorganismen bei späterem Wiederauftauen eine unterschiedlich lange Zeit zur Reaktivierung benötigen (KITCHELL u. INGRAM 100; SULZBACHER 223; WHITE u. WHITE (245). Bei der Erfassung des mikrobiellen Status gefrorenen Geflügels unmittelbar nach dem Auftauen ist demnach zu berücksichtigen, daß subletal geschädigte Keime bis zur vollen Vermehrungsfähigkeit eine längere Latenzphase benötigen, bei der so frühzeitig erfolgten Keimzahlbestimmung also eventuell noch nicht erfaßt werden (SCHMIDT-LORENZ 198). Die zu Versuchsbeginn ermittelten Keimzahlen können daher durchaus geringer sein als die tatsächliche Kontamination der Brathähnchen.

Bei St nach 2 1/2 Stunden und bei GKz und Eb nach 3 Stunden setzt schließlich eine deutliche und kontinuierliche Vermehrung ein. Der Anteil der Eb an der GKz nimmt in der Phase des logarithmischen Wachstums zu, wie aus der Annäherung der beiden Kurven in Abb. 3 zu ersehen ist. Dieser Befund bestätigt die Ergebnisse in Versuch I, bei dem der Eb-Anteil an der GKz mit der Dauer des Auftauens anstieg und nach dem 24-stündigen Auftauen unter Ztp am höchsten war. Der etwas früher einsetzende Anstieg der St-Zahl mag seine Ursache darin haben, daß grampositive Bakterien gefrierresistenter sind als gramnegative (SCHMIDT-LORENZ 197; SCHMIDT-LORENZ u. GUTSCHMIDT 199).

Ein davon abweichendes Verhalten zeigen die oxydase-positiven Pseudomonadaceae. Drei Stunden nach Auftaubeginn wird der Höchstwert mit $5,2 \times 10^3$ Ps/ml erreicht, der aber nur 0,41 Zehnerpotenzen über dem 30-Minuten-Vergleichswert liegt. Mit zunehmendem Verweilen im Was-

serbad lassen sich Ps in immer weniger Tauwasserproben nachweisen. Nach 6 Stunden Auftauzeit schließlich sind 60% der Tauwasser Ps-negativ. Vermutlich benötigen die Ps nach dem Auftauen also ebenso eine Latenzphase wie die anderen Keimarten, können sich also bei den für sie besser geeigneten Temperaturen zu Beginn des Auftauens nicht nennenswert vermehren. Später dann schränkt die relativ hohe Temperatur des sich schneller als die Tierkörper erwärmenden Tauwassers das Wachstum der psychrophilen Mikroorganismen offenbar ein.

Die bakteriologischen Befunde der nach 30, 60, 90 und 120 Minuten aufgefangenen Tauwasser differieren nicht wesentlich.

Wie aus der folgenden Zusammenstellung hervorgeht, bei der jeweils die Differenz zur Keimzahl des 30-Minuten-Tauwassers angegeben wird, ist der Keimgehalt nach 2-stündiger Auftauzeit stets geringfügig höher. Dauert das Auftauen aber länger als 2 1/2 Stunden, so ist nicht nur bei den St, sondern auch bei GKz und Eb in den Tauwassern aller Hähnchen eine deutliche Keimvermehrung nachzuweisen. Der Keimgehalt des Tauwassers entspricht dann nicht mehr dem des gefrorenen Geflügels als zu beurteilendem Objekt.

Tauzeit	GKz	Eb	Ps	St
30 Min.	$6,1 \times 10^4$	$4,6 \times 10^2$	$1,1 \times 10^3$	$1,4 \times 10^2$
60 Min.	+ 0,26	+ 0,08	+ 0,05	- 0,04
90 Min.	+ 0,53	+ 0,29	+ 0,16	+ 0,08
2 Std.	+ 0,56	+ 0,66	+ 0,29	+ 0,25
2,5 Std.	+ 0,68	+ 0,81	+ 0,34	+ 0,97
3 Std.	+ 1,09	+ 1,43	+ 0,42	+ 1,43

Mit dem dargestellten Auftauverfahren wird für das Auftauen ca. 1000 g schwerer, tiefgefrorener Brathähnchen eine Auftauzeit von 2 Stunden für geeignet gehalten, weil:

1. alle Tierkörper vollständig aufgetaut sind;
2. der größte Teil des Fremdwassers abgeflossen ist, ohne daß eine entscheidend ins Gewicht fallende Menge Gewebsflüssigkeit im Gesamtdrip enthalten ist;
3. die Keimvermehrung insgesamt gering ist und noch nicht in jeder Tauwasserprobe nachgewiesen werden konnte. Nach 2 1/2 Stunden aber ist zumindest die Zahl koagulase-positiver St deutlich gestiegen, und nach 3 Stunden haben sich auch die GKz und Eb-Zahl erheblich erhöht.

4.3. Auftauen von Brathähnchen im Wasserbad

In den abschließenden Untersuchungen III wurden 50 tiefgefrorene Brathähnchen holländischer (30) und deutscher (20) Herkunft, die je einer Charge angehörten, im Wasserbad mit gleichmäßig bewegtem, $+40^{\circ}\text{C}$ warmem Wasser 2 Stunden lang aufgetaut. Zusätzlich zum Vorgehen in den Untersuchungen II wurde qualitativ auf Salmonellen und Clostridium perfringens untersucht.

4.3.1. Ergebnisse Untersuchungen III

Die Temperatur in der Unterschenkelmuskulatur betrug nach 2-stündigem Auftauen $22,4^{\circ}\text{C}$ (s.Tab. 21). Gefrier-temperaturen wurden in keinem Hähnchen mehr gemessen. Die Differenz zwischen den in Brust- und Unterschenkelmuskulatur jeweils niedrigsten und höchsten Werten mit $+ 0^{\circ}\text{C}$ bzw. $+1,0^{\circ}\text{C}$ und $31,5^{\circ}\text{C}$ bzw. $32,5^{\circ}\text{C}$ war beträchtlich. Die Innereienpäckchen ließen sich aus deutschen wie holländischen Tierkörpern gleichermaßen leicht entfernen.

Die Auftauverluste, gemessen als Gewichtsverlust in g, bezogen auf Tierkörper ohne Innereien (Netto II), lagen bei den holländischen Brathähnchen mit 4,5% deutlich unter denen der deutschen mit 7,7% (s.Tab. 22). Die unterschiedlich hohen Auftauverluste innerhalb der beiden Untersuchungskollektive werden nach einer Gruppierung der Einzelwerte in Abb. 4 veranschaulicht. Danach verloren 70% der holländischen Brathähnchen durch das Auftauen weniger als 5% und nur 3,3% mehr als 8% ihres Körpergewichts. Bei der Mehrzahl der deutschen Tiere dagegen bewegte sich der Auftauverlust zwischen 6 und 9%. Nur ein Tier (5%) lag unter 5%, 40% aber über 8%. Bei insgesamt 18% aller untersuchten Hähnchen

betrug der Gewichtsverlust mehr als 8%. Höchstwerte wurden mit 8,5% bei den niederländischen und mit 11,7% bei den deutschen Tieren registriert.

Die pH-Werte in der Brustmuskulatur waren mit 6,03 deutlich niedriger als in der Unterschenkelmuskulatur mit 6,62 (s.Tabb. 23 u. 24). Bei drei deutschen Hähnchen wurde die Grenze zum Alkalischen geringgradig überschritten.

Hinsichtlich des Gesamteiweißgehalts des Tauwassers konnte ein herkunftsbedingter Unterschied nicht festgestellt werden (s.Tab. 25). Im Durchschnitt der 50 untersuchten Brathähnchen wurden 1,73 g Eiweiß/100 ml Tauwasser nachgewiesen. Durch die große Spannweite der Extremwerte von 0,54 bis 2,86 g/100 ml fiel auch der Variationskoeffizient mit 31,4% hoch aus.

Der mesophile aerobe Keimgehalt (s.Tab. 26) war in beiden Chargen mit 6,0 (NL) bzw. 6,9 (D) $\times 10^4$ Keimen/ml Tauwasser annähernd gleich groß. Die Extremwerte umfassen insgesamt mehr als zwei Zehnerpotenzen. Dennoch ist der Variationskoeffizient mit 8,0% relativ klein. Im Streuungsbereich $\bar{x} \pm s$ liegen 76% der Hähnchen.

Die Zahl der Enterobacteriaceae je ml Tauwasser betrug bei den niederländischen Brathähnchen $5,3 \times 10^3$ und bei den deutschen $1,8 \times 10^3$, insgesamt durchschnittlich $3,5 \times 10^3$ Keime/ml (s.Tab. 27). Sie war damit gut eine Zehnerpotenz kleiner als der allgemeine Keimgehalt. Der mit 20,2% ziemlich hohe Variationskoeffizient läßt sich dadurch erklären, daß der Höchstwert mit $1,3 \times 10^6$ um zwei Zehnerpotenzen über dem nächstniedrigeren liegt, wodurch die Spannweite der Extremwerte gut vier Zehnerpotenzen beträgt. Die Einzelwerte von 72% der Hähnchen lassen sich dem Streuungsbereich $\bar{x} \pm s$ zuordnen.

Pseudomonadaceae konnten in allen untersuchten Tauwassern nachgewiesen werden (s.Tab. 28). Herkunftsbabhängige Unterschiede in der Keimzahl zwischen deutschen mit $6,0 \times 10^2$ und holländischen Tieren mit $6,9 \times 10^2$ Ps/ml waren nicht festzustellen. Der Mittelwert von $6,5 \times 10^2$ lag eine Zehnerpotenz unter der Eb-Zahl und zwei Zehnerpotenzen unter dem Gesamtkeimgehalt. 72% der Ergebnisse fallen in den Streuungsbereich $\bar{x} \pm s$.

Koagulase-positive Staphylokokken konnten ebenfalls in allen Tauwassern nachgewiesen werden (s.Tab. 29), wenngleich ihre Konzentration bei einigen deutschen Hähnchen mit 4×10^1 /ml Tauwasser nur äußerst gering war. Bei den 50 untersuchten Tieren wurden im Mittel $6,6 \times 10^2$ koagulase-positive Staphylokokken je ml gefunden. 74% der Ergebnisse liegen im Streuungsbereich $\bar{x} \pm s$.

Salmonellen wurden aus 5 Tauwassern, d.h. von insgesamt 10% der Brathähnchen isoliert. Drei deutsche (15%) und zwei niederländische Hähnchen (6,7%) erwiesen sich als kontaminiert. Der Nachweis gelang in keinem Fall vom Direktausstrich, sondern stets erst nach Anreicherung in SBM-Bouillon, die 24 Stunden bei 37°C (1x) und 43°C (3x) sowie 48 Stunden bei 43°C (1x) bebrütet worden war. Aus den deutschen Hähnchen wurden *S.typhi-murium*, aus den holländischen je einmal *S.agona* und *S.enteritidis* isoliert.

Im Tauwasser von 8 (26,7%) holländischen und 3 (15%) deutschen Brathähnchen, von insgesamt 11 (22%) Tierkörpern also, konnte Clostridium perfringens nachgewiesen werden. Die Isolierung gelang stets erst nach Anreicherung des Tauwassers in Cooked-Meat-Medium. Clostridien anderer, nicht näher differenzierter Spezies dagegen waren regelmäßig zu beobachten.

Tabelle 21

Temperatur (°C) in Unterschenkel- und Brustmuskulatur nach
zweistündigem Auftauen im Wasserbad

(n = 50)

	$\bar{x}$	s	Extremwerte
U.-Sch.-Musk.	22,4	7,61	1,0 - 32,5
Brustmusk.	20,4	7,93	+0 - 31,5

$\bar{x}$ = Durchschnittswert; s = Standardabweichung;

Tabelle 22

Gewichtsverlust (g) in % vom Tierkörper ohne eingelegte Innereien (Nettoll)

(n = 50)

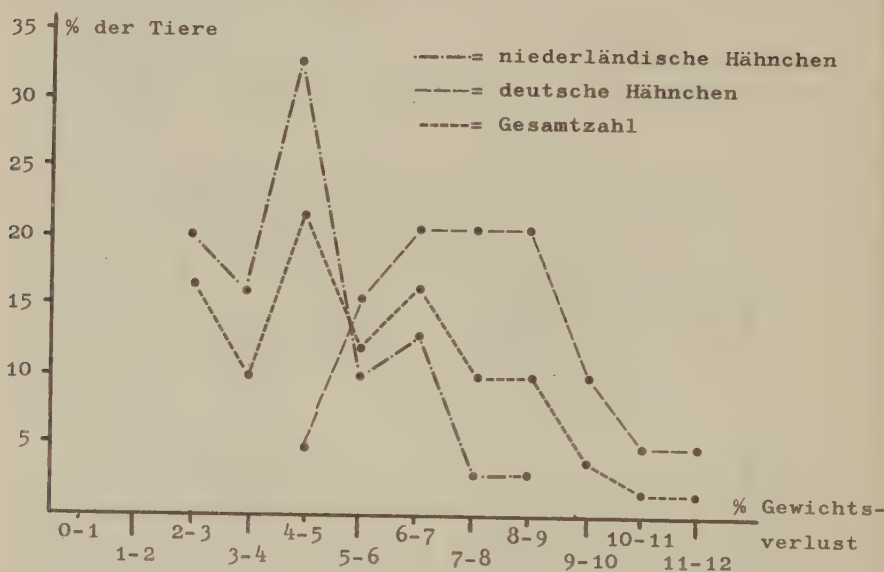
	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
NL	4,49	1,57	34,9%	2,3 - 8,5
D	7,68	1,77	23,1%	4,7 - 11,7
Gesamt	5,80	2,28	39,3%	3,3 - 11,7

v = Variationskoeffizient; NL = Niederländische Hähnchen; D = Deutsche Hähnchen

Abbildung 4

Gewichtsverlust bezogen auf Tierkörper ohne Innereien nach 2 stündigem Auftauen von niederländischen (n=30) und deutschen (n=20) Brathähnchen.

Gruppierung nach Einzelwerten.



Auftauverluste in % vom Tierkörpergewicht	Anzahl der Tiere				
	absolut		prozentual		
	NL	D	NL	D	Gesamt
kleiner 1	0	0	0	0	0
1 - 2	0	0	0	0	0
2 - 3	6	0	20,0	0	12,0
3 - 4	5	0	16,7	0	10,0
4 - 5	10	1	33,3	5,0	22,0
5 - 6	3	3	10,0	15,5	12,0
6 - 7	4	4	13,3	20,0	16,0
7 - 8	1	4	3,3	20,0	10,0
8 - 9	1	4	3,3	20,0	10,0
9 - 10	0	2	0	10,0	4,0
10-11	0	1	0	5,0	2,0
11-12	0	1	0	5,0	2,0

Tabelle 23

pH-Wert der Unterschenkelmuskulatur

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
NL	6,51	0,20	3,0%	6,15-6,94
D	6,79	0,14	2,1%	6,56-7,10
Gesamt	6,62	0,23	3,4%	6,15-7,10

NL : n = 30

D : n = 20

Tabelle 24

pH-Wert der Brustmuskulatur

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
NL	5,98	0,16	2,6%	5,70-6,37
D	6,11	0,19	3,0%	5,78-6,52
Gesamt	6,03	0,18	3,0%	5,70-6,52

Tabelle 25

Gesamteiweißgehalt des Tauwassers in g/100 ml

	$\bar{x}$	s	v	Extremwerte
NL	1,83	0,50	27,4%	1,02-2,86
D	1,57	0,58	36,7%	0,54-2,55
Gesamt	1,73	0,54	31,4%	0,54-2,86

NL : n = 30

D : n = 20

Tabelle 26

Mesophiler aerober Keimgehalt je ml Tauwasser

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
NL	$6,0 \times 10^4$	0,41	8,5%	$1,1 \times 10^4 - 9,0 \times 10^5$
D	$6,9 \times 10^4$	0,34	7,1%	$7,0 \times 10^3 - 2,3 \times 10^5$
Gesamt	$6,3 \times 10^4$	0,39	8,0%	$7,0 \times 10^3 - 9,0 \times 10^5$

$\bar{x}_G$ = Geometrisches Mittel; s = Standardabweichung des dekadischen Logarithmus der Einzelwerte; v = Variationskoeffizient des dekadischen Logarithmus der Einzelwerte

NL : n = 30 ; D : n = 20

Tabelle 27

Enterobacteriaceae je ml Tauwasser

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
NL	$5,3 \times 10^3$	0,73	19,6%	$3,0 \times 10^2 - 1,3 \times 10^6$
D	$1,8 \times 10^3$	0,60	18,4%	$1,0 \times 10^2 - 6,0 \times 10^4$
Gesamt	$3,5 \times 10^3$	0,71	20,2%	$1,0 \times 10^2 - 1,3 \times 10^6$

Tabelle 28

Pseudomonadaceae je ml Tauwasser

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
NL	$6,9 \times 10^2$	0,49	17,1%	$8,0 \times 10^1 - 6,0 \times 10^3$
D	$6,0 \times 10^2$	0,41	14,9%	$1,2 \times 10^2 - 2,4 \times 10^3$
Gesamt	$6,5 \times 10^2$	0,45	16,2%	$8,0 \times 10^1 - 6,0 \times 10^3$

NL : n = 30

D : n = 20

Tabelle 29

Koagulase-positive Staphylococcae je ml Tauwasser

	$\bar{x}_G$	s	v	Extremwerte
NL	$9,4 \times 10^2$	0,37	12,4%	$1,0 \times 10^2 - 4,6 \times 10^3$
D	$3,8 \times 10^2$	0,49	18,9%	$4,0 \times 10^1 - 3,4 \times 10^3$
Gesamt	$6,6 \times 10^2$	0,46	16,3%	$4,0 \times 10^1 - 4,6 \times 10^3$

4.3.2. Besprechung der Ergebnisse III

Tiefgefrorene, ca. 1000 g schwere Brathähnchen lassen sich im Wasserbad mit gleichmäßig bewegtem, $+40^{\circ}\text{C}$ warmem Wasser in 2 Stunden vollkommen auftauen. Die Temperatur in der Tiefe der Brustmuskulatur lag bei keinem Tierkörper mehr unter dem Nullpunkt, im Durchschnitt sogar deutlich darüber. Wenn in der Unterschenkelmuskulatur durchschnittlich nur um 2°C höhere Temperaturen gemessen wurden als in der wesentlich dickeren Brustmuskulatur, so ist das in diesem Fall damit zu erklären, daß die Messungen an der Schenkelinnenseite vorgenommen wurden, die den gefrorenen Hähnchen fest anliegt und daher langsamer erwärmt.

Bei so aufgetauten Tierkörpern läßt sich die substarile Beschaffenheit leicht feststellen. Die Innereienpäckchen sind der Körperhöhle ohne Schwierigkeiten zu entnehmen. Der Inhalt selbst allerdings war bei 20% der Hähnchen noch partiell angefroren.

Auftauverluste sind weitgehend durch die beim Schlachten, vor allem aber während des Kühlens, aufgenommene Wassermenge bedingt (GÖTZE 58). Als Fremdwasser, das zur Beanstandung Anlaß zu geben vermag, kann nach WOLTERSDORF (248) nur der Anteil des Wassers im Geflügel bezeichnet werden, der während der Schlachtung und Kühlung aufgenommen wird und schließlich im verkaufsfähigen Produkt vorhanden ist. Ob das gesamte aufgenommene Fremdwasser während des zweistündigen Auftauens vollständig abzutropfen vermag, erscheint nicht sicher. Die Untersuchungen II haben allerdings gezeigt, daß mit einer Verlängerung der Auftauzeit über zwei Stunden hinaus eine wesentliche Erhöhung des Auftauverlusts nicht zu erzielen ist. Inwieweit der nach zweistündigem Auftauen gemessene Gewichtsverlust der tatsächlichen Fremdwasseraufnahme entspricht, läßt sich mit

Sicherheit nur mit Hilfe einer chemischen Wasserbestimmung, wie sie von WOLTERSDORF (248) sowie von KNUDSEN u. SIMONSEN (107) ausgearbeitet und empfohlen wird, ermitteln. Durch beim Auftauen mit abfließendes Gewässwasser wird nämlich ein höherer Auftauverlust erzielt als Fremdwasser vom Tierkörper aufgenommen worden ist. Der Gesamteiweißgehalt des Tauwassers, der mit den in der Besprechung der Ergebnisse II gemachten Einschränkungen als Parameter für den Verlust körpereigener Flüssigkeit angesehen werden kann, war mit 1,73 g/100 ml gering, zumal hierin noch die Eiweißmenge eingeht, die im Kühlwasser gelöst ist und beim Immersionskühlverfahren vom Schlachtkörper mit aufgenommen wird. Die Ergebnisse lassen den Schluß zu, daß das zweistündige Auftauen im Wasserbad zur orientierenden Bestimmung des Fremdwassergehalts tiefgefrorenen Geflügels herangezogen werden kann.

Für forensische Fälle jedoch sollte auf das von WOLTERSDORF (248) vorgeschlagene chemische Verfahren zurückgegriffen werden. So ermittelte Fremdwasserwerte liegen im allgemeinen über den aus der Gewichts Differenz vor und nach dem Auftauen bestimmten Auftauverlusten. In vergleichenden Untersuchungen von WOLTERSDORF u. SCHRAML (253) sowie von WEISE (244) übertraf der chemisch ermittelte Fremdwassergehalt den Auftauverlust durchschnittlich um die Hälfte und mehr. Da aber für die Untersuchung tiefgefrorenen Importgeflügels das Auftauen im Wasserbad in der Anlage 4, Abschnitt I, Ziffer 6 GFLUV ausdrücklich genannt wird, verhältnismäßig schnell und einfach auszuführen ist und die Ergebnisse in engerer Beziehung zum Fremdwassergehalt stehen als Vergleichswerte aus anderen geprüften Auftauverfahren, empfiehlt WEISE (244) ebenfalls das Wasserbad als Methode der Wahl.

Hinsichtlich der Auftauverluste sind Vergleiche mit Ergebnissen anderer Autoren dadurch erschwert, daß jeweils unterschiedliche Auftauzeiten und -temperaturen verwendet wurden. Die von WOLTERSDORF et al. (253), von WEISE (244) und die in den eigenen Untersuchungen im Wasserbad erzielten Auftauverluste aber unterscheiden sich nicht oder nicht wesentlich von den Ergebnissen, die sie jeweils mit anderen Auftauverfahren erzielen konnten (s.Tab. 30).

Eine Fremdwasseraufnahme über das technisch unvermeidbare Maß hinaus stellt eine Verfälschung im Sinne des § 17 LMBG (260) dar. Schon lange ist an der Festlegung von Grenzwerten gearbeitet worden, die aber je nach angewendetem Verfahren und wegen unterschiedlicher Bewertung der Befunde stark voneinander abweichen. GIBKE u. GLEES (54) schlagen für Hähnchen eine Begrenzung auf 6% Fremdwasseraufnahme vor, GÖTZE (58) nennt 8%, SINELL (209) sogar 10%. WOLTERSDORF (248) hält bei spinchillergekühlten Geflügelschlachtkörpern ebenfalls 10%, bei sprühgeköhlten 7,6% für vertretbar. In einer späteren Arbeit geben WOLTERSDORF u. LEISTNER (251) für spinchillergekühlte 7,7%, für sprühgeköhlte Brathähnchen 5,8% als Grenzwerte an.

Legt man 8% als Richtwert erlaubter Fremdwasseraufnahme zu Grunde, überschreiten in den eigenen Untersuchungen ein holländisches (= 4%) und 8 deutsche (= 40%), insgesamt also 9 (= 18%) der Hähnchen diese Marke. Über 10% Gewichtsverlust wiesen noch zwei (= 10%) deutsche Schlachtkörper auf. Nach diesen Befunden muß also weiterhin mit hohen Fremdwasseraufnahmen gerechnet werden, was die Bedeutung einer ständigen Kontrolle dieses Qualitätsmerkmals unterstreicht.

Tabelle 30

Vergleich der Auftauverluste von unter verschiedenen Bedingungen aufgetauten tiefgefrorenen Brathähnchen

Autor	Auftaubedingungen		Auftauverluste (%)	Bezugsgröße
Woltersdorf et al. (253)*	4-6°C	36 Std.	7,3/7,6	Gew.verlust in % vom Nettogewicht
	40-45°C	2,5 Std.	6,3/7,5	
	chem. Best.		11,8/11,9	% vom Nettogewicht
Weise (244)	4°C	60-68 Std.	4,3	Gew.verlust in % vom Nettogewicht
	12°C	20-24 Std.	4,1	
	40°C	1,5 Std.	4,8	
	chem. Best.		6,8	
Eigene Untersuchung **	Ztp	24 Std.	6,3	Gew.verlust in % vom Nettogewicht
	40°C	2 Std.	4,5/7,7	
	Mw	15 Min.	6,0	

* = zwei Chargen

** = zwei Chargen, jedoch anderer Herkunft als die unter Ztp und im Mw-Herd aufgetauten Brathähnchen

Bei der Bestimmung des mesophilen aeroben Gesamtkeimgehalts, der Enterobacteriaceae-, Pseudomonadaceae- und Staphylokokkenzahl im Tauwasser konnten bemerkenswerte Unterschiede weder zwischen deutschen und holländischen Tieren noch innerhalb der jeweiligen Charge festgestellt werden. Dieser Umstand ist vermutlich auf die weitgehend einheitliche Schlacht- und Kühltechnik zurückzuführen. Ferner liegen die Keimzahlen der im Wasserbad aufgetauten Hähnchen der Untersuchungen I, II und III unter Berücksichtigung der jeweils modifizierten Versuchsbedingungen und der Verwendung von Hähnchen unterschiedlicher Herkunft immer in der gleichen Größenordnung. Die Keimzahlbestimmung des Drips zur Erhebung des bakteriellen Status gefrorenen Geflügels erscheint daher gut reproduzierbar. Vorteilhaft erscheint ferner, daß das leicht zu bearbeitende Tauwasser unmittelbar nach Beendigung des Auftauens zur bakteriologischen Untersuchung zur Verfügung steht, während andere Verfahren der Probenahme bedeutend langwieriger und aufwendiger sind.

Mit der Untersuchung des von der inneren und äußeren Oberfläche ablaufenden Tropfwassers wird die Keimflora eines Geflügelschlachtkörpers weitgehend erfaßt. Der Haut fester anhaftende Mikroorganismen gehen in den Drip vermutlich nicht über und damit der Zählung verloren. Sie werden aber auch bei der von MELKO (151) vorgeschlagenen, wesentlich aufwendigeren Abspülmethode nicht völlig abgewaschen und erfaßt. Nach VAN SCHOTHORST et al. (204) sind andererseits jedoch besonders die Keime als gesundheitsgefährdend anzusehen, welche im Drip vorhanden sind bzw. sich leicht von der Tierkörperoberfläche abwaschen lassen. Auf ihre Feststellung sollte daher das Augenmerk vor allem gerichtet sein.

Gegen die Bestimmung des Keimgehalts gefrorenen Geflügels aus dem Tauwasser ist eingewendet worden, daß bestenfalls ein Abbild der Schlachtkörperkontamination vom Ende des Bearbeitungsprozesses, insbesondere der Kühlung im Spinchiller, zu gewinnen wäre. NOTERMANS, VAN SCHOTHORST u. KAMPELMACHER (165) konnten jedoch nachweisen, daß die Tauwasser-Keimzahl nicht allein durch die Keimzahl des Spinchiller-Wassers bestimmt wird, die beträchtlich kleiner ist als die Keimzahl der Haut. Im Tauwasser befinden sich nach ihren Untersuchungen auch jene Keime, die während der Schlachthandlung von den Hähnchen aufgenommen werden. Aus dem Tauwasser bestimmte Keimzahlen würden danach annähernd gleiche Ergebnisse liefern wie aus dem Abspül-Tauwasser.

Unterschiedliche Auftaumodalitäten und bakteriologische Untersuchungsverfahren sowie die Vielfalt der Methoden der Probenahme mit entsprechend variierenden Bezugsbasen (ml, cm², g) machen einen Vergleich mit Keimzahlen anderer Untersucher kaum möglich. Über die Ermittlung des bakteriellen Status gefrorener Brathähnchen durch Untersuchung des Tauwassers liegen nur wenige Ergebnisse vor. GÖTZE (58) ermittelte für den mesophilen aeroben Keimgehalt, Eb und Ps mit $4,0 \times 10^4$ bzw. $2,2 \times 10^3$ bzw. $4,6 \times 10^2$ Keimen/ml annähernd gleiche Werte, wie sie in der vorliegenden Untersuchung festgestellt worden sind.

Koagulase-positive Staphylokokken wies GÖTZE (57, 58) im Tauwasser von 30% bzw. 42,7% der Hähnchen nach. ROBERTS (188) isolierte diese Mikroorganismen von Geflügelschlachtkörpern durchschnittlich zu 63%, und PATTERSON (174) fand 84,2% des untersuchten Geflügels kontaminiert. Das Vorkommen von St in Geflügelverarbeitungsräumen, der wechselseitige Kontakt zwischen Schlachtkörper und Personal sowie die meist immer noch

verwendete Eiswassertauchkühlung schließen auch höhere Kontaminationsraten nicht aus.

In den eigenen Untersuchungen konnten koagulase-positive St zwar aus allen Tauwassern isoliert werden, der Grad der Kontamination allerdings betrug in einigen Fällen nur 4×10^1 Keime/ml und lag damit an der Nachweisgrenze.

Das regelmäßige Vorkommen von Clostridium perfringens an Federn und Ständern von Geflügel (MEAD u. IMPEY 149), Verschmutzungen bei der Eviszeration durch Fäzes (LILLARD 132; MEAD u. IMPEY 149) sowie häufig anzutreffende Verunreinigungen von Einrichtungsgegenständen und Personal (GIBBS 53) lassen eine hohe Kontaminationsrate erwarten. Tatsächlich jedoch reichen die Angaben für Brathähnchen in der Literatur von nur 1% (GIBBS 53) über 13% (SZENTKUTI 226) und 63% (ROBERTS 188) bis zu regelmäßigem Vorkommen auf Geflügelschlachtkörpern (SKOVGAARD 216).

In den eigenen Untersuchungen konnte Cl.p. aus den Tauwassern von 26,7% der niederländischen und 15% der deutschen Hähnchen, insgesamt zu 22%, isoliert werden. Der Grad der Kontamination des Einzeltierkörpers war im allgemeinen so gering, daß die Kultivierung stets erst aus der Anreicherung gelang. Clostridien anderer Spezies, die aber nicht weiter differenziert wurden, wuchsen dagegen regelmäßig an.

Über die Kontamination von Brathähnchen mit Salmonellen liegen zahlreiche Literaturangaben vor. Neuere Untersuchungen von SIEMS, HILDEBRANDT, INAL u. SINELL (207), die für Brathähnchen eine Befallsquote von 51,6% ergaben, bestätigen frühere, gleichfalls sehr hohe Befunde (LINDERHOLM 134; VAN SCHOTHORST, GUINÉE, KAMPELMACHER u. VAN KEULEN 202). Andere Autoren geben 15 bis 30% an

(BULLING u. PIETZSCH 30; GÖTZE 57, 58; , PERIC, ROSSMANITH u. LEISTNER 177; SURKIEWICZ, JOHNSON, MORAN u. KRUMM 224). Nach LEISTNER, ROSSMANITH u. WOLTERSDORF (127) kann insgesamt bei durchschnittlich 30% aller Geflügelschlachtkörper mit Salmonellen gerechnet werden.

Gemessen an den Literaturangaben sind die eigenen Befunde als gering einzuschätzen. Nur 15% der deutschen und 6,7 % der holländischen Brathähnchen, insgesamt 10%, erwiesen sich als Salmonella-positiv. Da der Nachweis in keinem Falle vom Direktausstrich, sondern immer erst aus der Anreicherung gelang, muß die Konzentration der Salmonellen im Tauwasser als gering angesehen werden. Möglicherweise hätte die gleichzeitige Anwendung verschiedener Anreicherungsverfahren, wie sie von einigen Autoren empfohlen wird (BULLING u. PIETZSCH 30; SIEMS et al. 207; TOMPKIN u. KUEPER 235), eine höhere Nachweisquote erbracht. Bemerkenswert ist, daß die Salmonella-positiven deutschen Tiere alle mit dem gleichen Salmonella-Serotyp kontaminiert waren. Auf die Gefahr, daß in Geflügelschlachtbetrieben zuvor hygienisch einwandfreie Partien mit pathogenen Keimen verunreinigt werden, ist verschiedentlich hingewiesen worden. Insbesondere der Kreuzkontamination im Spinchiller, die meist mit geringen Keimzahlen erfolgt, wurde dabei große Beachtung geschenkt.

Die dargelegten Befunde lassen den Schluß zu, daß das Tauwasser als Grundlage für eine bakteriologische Untersuchung gefrorenen Geflügels geeignet ist. Nach zweistündigem Auftauen in 40°C warmem, gleichmäßig bewegtem Wasser kann das Tauwasser unmittelbar anschließend zur Untersuchung entnommen und der Keimgehalt des Tierkörpers qualitativ und quantitativ auf einfache Art und Weise erfaßt werden. Innerhalb dieser Zeitspanne ist es zu einer nennenswerten Keimvermehrung

nicht gekommen, so daß der ermittelte Keimgehalt dem des gefrorenen Schlachtkörpers weitgehend entspricht.

5. Abschließende Besprechung

In der Begründung zur Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung (265) wird auf ein besonderes Problem der Eingangsuntersuchung tiefgefrorenen Geflügels hingewiesen. Von der Anzahl der zu untersuchenden Proben her nämlich ist mit einem beträchtlichen Aufwand zu rechnen, da etwa die Hälfte des in der Bundesrepublik Deutschland verzehrten Geflügelfleischs, zur Zeit etwa 250.000 to, eingeführt wird. Angesichts der daher zu bewältigenden hohen Untersuchungszahlen bei der Einfuhr ist das anzuwendende Untersuchungsverfahren sehr einfach, aber auch wenig aussagekräftig gestaltet worden. So ist die je Sendung festgelegte Anzahl von Stichproben lediglich zu besichtigen, zu durchtasten und anzuschneiden und dabei auf Abweichung der Konsistenz, der Farbe und des Geruchs zu achten (Anlage 4, Abschnitt I, Ziffern 5 und 6, GFlUV). Eine Überprüfung des Fremdwassergehalts ist nicht vorgesehen, obgleich Geflügelfleisch entsprechend § 13 (2) GFlHG (264) nach Anwendung von Behandlungsverfahren, "durch die Flüssigkeit in das frische Geflügelfleisch gelangt, die technisch vermeidbar ist", nicht in den Verkehr gebracht werden darf. Ebenso wird eine bakteriologische Kontrolle des Geflügelfleisches nicht direkt gefordert. Eine solche könnte allerdings mit dem Begriff "weitergehende Untersuchung" erfaßt werden, die stichprobenweise sowie bei begründetem Verdacht vorzunehmen ist. "Stichprobenweise" könnte dabei ferner so ausgelegt werden, daß regelmäßig Stichproben entnommen und untersucht werden, was schließlich auf eine regelmäßige Untersuchungspflicht auch hinsichtlich des Fremdwassergehalts und des bakteriologischen Status hinauslaufen würde.

Außer der Beurteilung der substantiellen kommt gerade der Bewertung der hygienischen Beschaffenheit von Geflügel große Bedeutung zu. Der mikrobiologische Status aufgetauten Fleisches ganz allgemein wird wesentlich durch drei Faktoren bestimmt, und zwar erstens durch den Status, den der Schlachtkörper während des Schlachtens und Kühlens erworben hat, zweitens durch Milieuänderungen während des Gefrierens, der Lagerung und des Auftauens in und auf dem Fleisch selbst, die die Intensität des Keimwachstums beeinflussen und möglicherweise zu selektiver Anreicherung Anlaß geben. Drittens haben Zahl und Art der nach dem Auftauen auf dem Fleisch Überlebenden Keime Bedeutung (SINELL u. KRAUSE 211).

Zur Ermittlung seines mikrobiologischen Status muß Gefriergeflügel aufgetaut werden. Das Auftauen aber muß schnell erfolgen, damit eine Keimvermehrung sowie eine Verschiebung innerhalb der Keimflora zugunsten einzelner Spezies während dieser Zeit nicht erfolgen kann und damit der mikrobiologische Status des gefrorenen Hähnchens als dem zu beurteilenden Objekt nicht verfälscht wird. Ein geeignetes Auftauverfahren sollte andererseits aber auch zugleich die Feststellung des Fremdwassergehalts ermöglichen.

In der vorliegenden Arbeit wurden daher zunächst drei Verfahren miteinander verglichen, die sich nach Art des wärmeübertragenden Mediums und Dauer des Auftauens unterscheiden, nämlich das Auftauen unter Zimmertemperatur, im Wasserbad und im Mikrowellenherd. Dabei wurde der Einfluß des jeweiligen Verfahrens auf Auftauverlust und Keimgehalt überprüft.

Nach 24-stündigem Auftauen bei Zimmertemperatur waren die Schlachtkörper in jedem Falle vollständig aufgetaut. Als entscheidende Nachteile aber müssen einmal die längere Auftauzeit und zum anderen qualitative und quantita-

tive Veränderungen der Keimflora angesehen werden. Auch bei einer Verkürzung der Auftauzeit auf etwa 15 Stunden kann mit der Untersuchung erst am folgenden Tag begonnen werden. Die qualitative und quantitative Veränderung der Keimflora während des Auftauens war beträchtlich. Die Keimzahl des Tauwassers lag um 2,4 bzw. 3 Zehnerpotenzen über den Vergleichswerten von Wb und Mw, wobei der Anteil der Eb an der Gesamtflora auf das Zwei- (Wb) bzw. Dreifache (Mw) angestiegen war. Da die Auftauzeit andererseits aber nicht beliebig verkürzt werden kann, ohne entweder den Auftauerefolg zu schmälern oder aber die Temperatur wesentlich zu erhöhen, schied dieses Verfahren für weitergehende Untersuchungen aus.

Im Mikrowellenherd taut gefrorenes Geflügel zeitsparend und für die Überprüfung der substantiellen Beschaffenheit hinreichend auf, wie auch die Untersuchungen von TERJUNG (230) bestätigen. Nach 15-minütiger Bestrahlungszeit sind die Tierkörper jedoch nicht vollständig aufgetaut. Die Innereienpäckchen sind der Bauchhöhle meist noch angefroren.

Sollen neben der substantiellen Beschaffenheit auch Tauwasserverlust und bakterieller Status bewertet werden, so erweist sich der Mikrowellenherd zum Auftauen von Geflügel als nicht geeignet. Durch die starke Erwärmung des Tauguts nämlich verdampft ein erheblicher Teil des abfließenden Tauwassers, so daß eine Messung der Tropfwassermenge einen zu niedrigen Tauwasserverlust vortäuschen würde. Der auftaubedingte Gewichtsverlust dagegen liegt nur wenig unter demjenigen der bei Ztp aufgetauten Hähnchen. Größter Nachteil des Mw-Geräts aber ist sein nachgewiesener keimreduzierender Effekt. Ob dieser allein auf der starken Erhitzung des Tauwassers beruht, die ja sogar zu dessen Verdunstung führt, oder ob die Mikrowellen selbst einen zusätz-

lichen bakteriziden Einfluß ausüben, wie von CULKIN u. FUNG (38) in jüngster Zeit berichtet, ist dabei von untergeordneter Bedeutung.

Unvollständiges Auftauen einerseits sowie Verdunsten von Tauwasser und möglicherweise auch von Gewebswasser andererseits sind so große Fehlerquellen, daß der Einsatz des Mw-Geräts zur Ermittlung des Auftauverlusts tiefgefrorener Brathähnchen nicht empfohlen werden kann. Da ferner die ursprüngliche Keimzahl durch Wärmeentwicklung und möglicherweise auch den direkten bakteriziden Effekt der Strahlen negativ beeinflusst wird, so daß eine aussagekräftige Keimzahlbestimmung nicht möglich erscheint, ist auch dieses Verfahren zu weiteren Untersuchungen nicht herangezogen worden.

Im Wasserbad waren tiefgefrorene Brathähnchen nach 2 Stunden vollständig aufgetaut. 80,6% des nach 6 Stunden insgesamt aufgefangenen Tropfwassers waren abgeflossen. Da der Gesamttropfwasserverlust auch mitablaufende Gewebsflüssigkeit enthält, muß der prozentuale Anteil an Fremdwasser sogar größer als jene 80,6% eingeschätzt werden. Zur Vermeidung methodischer Fehler, wie Absplittern kleiner Eisstückchen und Eisschnee beim Entfernen der Verpackung und Haften von Tauwasser an den Wänden der Auffanggefäße, sollten Auftauverluste nicht durch Messen des Dripverlusts bestimmt werden, sondern durch Feststellen der Gewichts-differenz vor und nach dem Auftauen, die auf das Tierkörpergewicht ohne Innereien zu beziehen ist. In den Untersuchungen III konnten mit diesem Verfahren je nach Herkunft der Brathähnchen 4,5 bzw. 7,7% Auftauverlust festgestellt werden.

Nach WEISE (244) kommen im Wasserbad ermittelte Auftauverluste dem tatsächlichen Fremdwassergehalt näher als die mit anderen Auftauverfahren erzielten Ergebnisse.

Inwieweit sie mit dem wirklichen Fremdwassergehalt übereinstimmen, wäre in weitergehenden Untersuchungen aufzuklären. Dazu müßten die Tierkörper nach Aufnahme einer bekannten Wassermenge tiefgefroren, nach der beschriebenen Methode im Wasserbad aufgetaut, der Gewichtsverlust bestimmt und mit dem wirklichen Fremdwassergehalt verglichen werden.

Als ein weiterer Vorteil des zweistündigen Auftauens im Wasserbad kann angesehen werden, daß während der Tauzeit eine kontinuierliche und erhebliche Keimvermehrung im Tauwasser nicht erfolgt. Wie die Untersuchungen II ergaben, nimmt der Keimgehalt bis zur zweiten Stunde einen insgesamt zwar leicht ansteigenden, im Einzelfall aber uneinheitlichen Verlauf. Erst 2 1/2 Stunden nach Auftaubeginn setzt eine deutliche Vermehrung der Staphylokokken ein und nach drei Stunden auch der mesophilen aeroben Keime sowie der Enterobacteriaceae.

Die Keimzahlbestimmung des Tauwassers zur Ermittlung des bakteriellen Status tiefgefrorenen Geflügels ist nicht nur einfach und, abgesehen von der nicht abzukürzenden Inkubationszeit der Untersuchungs Nährböden, schnell durchzuführen, sondern die so erzielten Ergebnisse sind den mit den Abspülmethode n erzielten durchaus gleichwertig (NOTERMANS, VAN SCHOTHORST u. KAMPelmacher 1965).

Bei der Bewertung mikrobiologischer Befunde tiefgefrorener Lebensmittel erhebt sich die Frage, ob der Anteil subletal geschädigter Mikroorganismen, der mit den herkömmlichen Untersuchungsmethoden nicht ausreichend erfaßt wird, vernachlässigt werden darf. So könnte nach SCHMIDT-LORENZ (198) bei rein saprophytären Arten auf eine quantitative Bestimmung verzichtet werden. Bei pathogenen oder toxinogenen Bakterien dagegen erscheint

die Erfassung auch subletal geschädigter Keime notwendig. Die Zeit für die Regeneration von durch Gefrieren geschädigten Bakterien ist daher verschiedentlich untersucht worden (RAY u. SPECK 183; RAY u. SPECK 184; SPECK, RAY u. READ 219; WARSECK, RAY u. SPECK 242). Zur Wiedererlangung der Vermehrungsfähigkeit werden je nach Keimart und angewendetem Verfahren eine Stunde bis zu mehr als 12 Stunden angegeben. Werden dabei flüssige Nährmedien verwendet, so erwächst daraus die Schwierigkeit, gerade den Zeitpunkt zu ermitteln, zu dem die geschädigten Mikroorganismen wieder voll funktionstüchtig sind, ohne daß sich nichtgeschädigte Keime bereits vermehrt haben.

Für die Beurteilung des Keimgehalts im Tauwasser aufgetauten Geflügels ergibt sich daraus, daß die nachgewiesene Keimzahl je nach dem gewählten Untersuchungszeitpunkt höher oder niedriger ausfallen kann als dem tatsächlichen Keimgehalt entspricht. Unter mikrobiologischen Gesichtspunkten scheint eine zweistündige Auftauzeit deshalb günstig, weil die Keime so einerseits Gelegenheit zur Regeneration erhalten, andererseits aber eine wesentliche Vermehrung noch nicht zu befürchten ist.

Bei der Auswahl von zu überprüfenden mikrobiologischen Parametern und bei der Festlegung eines bakteriologischen Standards ist der relativ hohe Zeitaufwand für mikrobiologische Untersuchungen zu beachten.

In Betracht käme zunächst die Gesamtkeimzahl, die als Indikator für die allgemeine mikrobiologische Belastung gilt und Ausdruck von Sauberkeit, Frischeszustand und voraussichtlicher Haltbarkeit der Hähnchen ist (ELLIOT u. MICHENER 41; HECHELMANN, ROSSMANITH, PERIĆ u. LEISTNER 81; LEISTNER u. SZENTKUTI 128).

Die Enterobacteriaceae-Zahl läßt eine Aussage über Verunreinigungen des Schlachttierkörpers mit Darmbakterien zu (LEISTNER u. SZENTKUTI 128), die besonders bei nicht sachgemäßem Ausnehmen auf die innere und äußere Oberfläche der Tierkörper gelangen können. Eine hohe Eb-Zahl kann ferner den Verdacht einer Kontamination mit Salmonellen erwecken. Mit steigendem Gehalt an Eb bzw. E.coli vergrößert sich nämlich die Wahrscheinlichkeit einer Kontamination mit Salmonellen (GÄRTNER, HAVEMEISTER, WALDVOGEL u. WUTHE 49; HUNYADI u. NABHOLZ 86; DRION u. MOSSEL 266; VAN SCHOTHORST u. VAN LEUSDEN 267). Geflügel wird jedoch nicht nur durch Verschmutzungen mit Darminhalt oder durch Kreuzkontamination beim Brühen, der Eviszeration und im Vorkühler mit Salmonellen verunreinigt. Nicht selten ist Geflügel bereits vor dem Schlachten latent infiziert, so daß eine geringe Eb-Zahl der Tierkörperoberfläche das Vorkommen von Salmonellen nicht sicher ausschließt.

Im Hinblick auf die voraussichtliche Haltbarkeit kühlgelagerter Lebensmittel wird dem Vorkommen von Pseudomonaden insbesondere von seiten der Geflügelfleischproduzenten Bedeutung zugemessen. Eine hohe Ps-Zahl läßt auf eine nur eingeschränkte Haltbarkeit bei Kühlagerung schließen. In der Praxis der Lebensmitteluntersuchung jedoch spielt der Nachweis von Ps eine nur untergeordnete Rolle, da beginnender Verderb neben sensorisch feststellbaren Veränderungen auch an der Höhe des allgemeinen Keimgehalts abgelesen werden kann.

Für die amtliche Lebensmittelüberwachung wird die Bestimmung der GKz und Eb-Zahl daher im allgemeinen genügen. Der Nachweis von Salmonellen und anderer als Lebensmittelvergifter angesprochener Keime, wie enterotoxinbildender Stämme von St.aureus und Cl.perfringens, wird vor allem wegen des erheblichen materiellen Aufwands auf Verdachtsfälle beschränkt bleiben müssen.

Da die Art des Auftauens von erheblichem Einfluß auf Auftauverlust und mikrobiologische Beschaffenheit ist, muß der erste Schritt auf dem Wege zu einem standardisierten Untersuchungsverfahren in der Anwendung eines einheitlichen Auftauverfahrens bestehen. Nach den eigenen Untersuchungen kann dafür das zweistündige Auftauen in konstant +40°C warmem und ständig bewegtem Wasser empfohlen werden.

Dazu wird das folgende Vorgehen empfohlen:

1. Wägung des gefrorenen Brathähnchens in der Originalhülle.
2. Sterile Entfernung der Umhüllung und Verpacken des Tierkörpers in einen wasserdichten keimfreien Plastikbeutel.
3. Entfernen der Luft aus dem Plastikbeutel und wasserdichter Verschuß.
4. Einhängen in das Wasserbad. Dabei ist zu beachten, daß
 - a) das Wasserbad so groß ist, daß jeder Tierkörper von allen Seiten von einer mindestens 5 cm starken Wasserschicht umgeben ist, um eine gleichmäßige Strömung zu gewährleisten;
 - b) die Temperatur des Wassers thermostatgeregelt auf +40°C gehalten wird;
 - c) der Tierkörper in Brustlage in das Wasserbad zu legen ist, damit auch das Tauwasser aus der Bauchhöhle weitgehend abtropfen kann.
5. Die Auftauzeit beträgt 2 Stunden.
6. Nach Entnahme aus dem Wasserbad wird das Brathähnchen 20 bis 30 Sekunden mit dem Kloakenende nach unten gehalten. Das Innereienpäckchen wird dabei aus der Bauchhöhle herausgezogen.

7. Wägung des Schlachtkörpers ohne Innereienpäckchen und Berechnung des Auftauverlusts.
8. Überprüfung der substantiellen Beschaffenheit.
9. Bakteriologische Untersuchung des Tauwassers.

6. Zusammenfassung

Das zur Untersuchung gefroren eingeführten Geflügels in der Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung vorgeschriebene Verfahren des Auftauens im Wasserbad wurde mit zwei weiteren Verfahren, nämlich dem Auftauen an der Luft bei Zimmertemperatur und im Mikrowellenherd, verglichen. Dabei wurden der Einfluß des jeweiligen Verfahrens auf Auftauverlust, gemessen als Gewichtsverlust in g, bezogen auf Tierkörpergewicht ohne Einlage, und Keimgehalt von jeweils 10 tiefgefrorenen, ca. 1000 g schweren Brathähnchen ermittelt und einander gegenübergestellt.

Das 24-stündige Auftauen bei Zimmertemperatur ist zwar wenig arbeitsaufwendig, dauert für eine Eingangsuntersuchung aber zu lange. Die Auftauverluste so aufgetauter Hähnchen lagen mit 6,3% an der Spitze der drei miteinander verglichenen Verfahren. Der hohe Eiweißgehalt sowie der niedrige pH-Wert des Tauwassers lassen jedoch vermuten, daß der Auftauverlust durch mit abtropfendes Gewebswasser erhöht ist. Auch entspricht die Keimflora des Tauwassers in ihrer Höhe und Zusammensetzung nicht mehr derjenigen des gefrorenen Geflügels als dem zu beurteilenden Objekt. Mit $6,0 \times 10^6$ Keimen/ml Tauwasser lag die Gesamtkeimzahl durchschnittlich 2,4 bzw. 3,0 Zehnerpotenzen über den Ergebnissen der im Wasserbad bzw. Mikrowellenherd aufgetauten Hähnchen. Außerdem hatte sich der prozentuale Anteil der Enterobacteriaceae an der Gesamtkeimzahl wesentlich erhöht. Verglichen mit den im Wasserbad erzielten Ergebnissen war ihr Anteil fast doppelt, im Vergleich zum Mikrowellengerät dreimal so hoch.

Mit dem Mikrowellenherd können tiefgefrorene Brathähnchen in 15 Minuten annähernd aufgetaut werden. Das Innereienpäckchen war der Bauchhöhle jedoch meistens noch angefroren. Durch die erhebliche Wärmeentwicklung der Mikrowellen verdunstet das ablaufende Tauwasser und möglicherweise

aber auch Gewebswasser vom Tierkörper. Außerdem werden die vorhandenen Mikroorganismen zum Teil inaktiviert bzw. abgetötet. Nach Anwendung des Mikrowellenherdes ist daher weder eine genaue Bestimmung des Auftauverlusts noch des Keimgehalts möglich.

Nach zweistündigem Auftauen im Wasserbad mit 40°C warmem Wasser waren alle Brathähnchen vollständig aufgetaut. 80,6% des nach 6-stündigem Auftauen insgesamt aufgefangenen Tropfwassers waren abgeflossen.

Während der zweistündigen Auftauzeit konnte eine erhebliche Keimvermehrung nicht festgestellt werden. Die Entwicklung der Keimzahlen in der Anfangsphase des Auftauens war charakterisiert durch ein Stagnieren oder auch geringgradiges Ansteigen und Abfallen. Für dieses unterschiedliche Verhalten mag eine individuell verschieden lange Inkubationszeit der in gefrorenem Zustand ruhenden oder geschädigten Bakterien bis zu ihrer vollständigen Aktivierung verantwortlich sein. Erst nach 2 1/2 Stunden (Staphylokokken) bzw. 3 Stunden (Gesamtkeimgehalt, Enterobacteriaceae) konnte auch in allen Einzelfällen ein kontinuierlicher Keimanstieg beobachtet werden, so daß erwartet werden kann, daß der nach 2 Stunden aus dem Tauwasser ermittelte Keimgehalt dem des gefrorenen Geflügels weitgehend entspricht.

Bei 50 nach dem zuletzt genannten Verfahren aufgetauten Brathähnchen betrugen die Auftauverluste je nach Herkunft der Tiere 4,5 bzw. 7,7%. Die durchschnittliche Gesamtkeimzahl lag bei $6,3 \times 10^4/\text{ml}$, die Werte für die Enterobacteriaceae und Pseudomonadaceae lauteten $3,5 \times 10^3/\text{ml}$ und $6,5 \times 10^2/\text{ml}$. Koagulase-positive Staphylokokken waren in der Größenordnung von $10^2/\text{ml}$ stets nachzuweisen. 22% der Tierkörper waren mit Clostridium perfringens, 10% mit

Salmonellen kontaminiert. Die Konzentration dieser Mikroorganismen aber war so gering, daß ihr Nachweis stets erst nach Anreicherung gelang.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß mit dem Auftauen im Wasserbad ein Verfahren zur Verfügung steht, mit dem neben der substantiellen Beschaffenheit auch der Auftauverlust als Indikator für den Fremdwassergehalt und der bakterielle Status tiefgefrorenen Geflügels hinreichend sicher ermittelt werden können.

Summary

Imported frozen broilers, weighing approx. 1000 g, were thawed by three different methods: exposed to the air at room temperature, in a microwave oven, and in a waterbath, as prescribed by the poultry meat regulations (Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung). The effect of each method on loss in weight due to thawing relative to the weight of the carcass without organs placed inside and bacterial count was determined and compared.

Thawing at room temperature for 24 h is a very convenient procedure, but it takes too much time for import control. Loss in weight was highest (6,3%) in poultry thawed at room temperature. The high protein content of the drip, as well as its low pH, could possibly be due to a release of tissue fluid. The bacterial flora found in the drip differs from that of the frozen poultry in quantity as well as in quality. Broilers thawed at room temperature gave bacterial counts of 6×10^6 bacteria/ml of drip. These values were higher by a factor of $10^{2,4}$ and 10^3 , respectively than those found at thawing in a waterbath or microwave oven. The fraction of bacteria belonging to the Enterobacteriaceae was also significantly higher: twice as large as found after thawing in a waterbath and three times as large as obtained after thawing in a microwave oven.

Deep-frozen broilers can be thawed in a microwave oven within 15 min. After this time, the packed organs inside the abdominal cavity were still icy. Due to the enormous heat developed by the microwaves, the drip evaporates and possibly also tissue fluid. The existing microorganisms on and in the carcass are partly inactivated or killed. Therefore, an exact determination of loss in weight and bacterial count is not possible for broilers thawed in a microwave oven.

All broilers kept in a waterbath for 2 hours were completely thawed. 80,6% of the drip collected in a total of 6 hours had already flown off.

A significant development in the bacterial count was not ascertained during the two hours of thawing. Bacterial counts either remained more or less constant or increased and decreased slightly. An explanation for this could be that the bacteria resting or damaged in the frozen state have different incubation times until they are fully activated. In all experiments a continuous increase in the bacterial count could only be observed after 2 1/2 hrs (Staphylococci) or 3 hrs (total bacterial count, Enterobacteriaceae). It thus appears legitimate to assume that the bacterial count of the drip obtained after 2 hrs of thawing closely corresponds to the bacterial count of the frozen poultry.

The loss in weight of 50 broilers thawed in a waterbath varied between 4,5% and 7,7%, depending on the origin of the poultry. The average bacterial count was $6,3 \times 10^4$ bacteria/ml, the values for Enterobacteriaceae and Pseudomonadaceae were $3,5 \times 10^3$ /ml and $6,5 \times 10^2$ /ml, respectively. Coagulase-positive Staphylococci were always found in concentrations of 10^2 /ml. 22% of the carcasses were contaminated with Clostridium perfringens, 10% with Salmonella. The concentrations, in which these organisms were found were so small that they could only be demonstrated by an enrichment culture.

The results have shown that thawing in a waterbath is a sufficiently satisfactory method with which not only the quality of the meat but also the amount of extraneous water and bacterial count of deep-frozen poultry can be determined.

7. Literaturverzeichnis

1. Aldor, T.:
Untersuchungen über das Verhalten von Lebensmitteln
im Hochfrequenz-Feld (Mikrowellenbereich)
Zschr. Lebensmittel-Unters. 123, 1963, 189-195
2. Avens, J. u. Miller, B.:
Quantifying bacteria on poultry carcass skin
Poultry Sci. 49, 1970, 1309-1315
3. Ayoub, J., Berkowitz, D., Kenyon, E. u. Wudsworth, C.:
Continuous microwave sterilisation of meat in
flexible pouches
J. Food Sci. 39, 1974, 309-313
4. Ayres, J.:
The relationship of organisms of the genus
Pseudomonas to the spoilage of meat, poultry and eggs
J. Appl. Bact. 23, 1960, 471-486
5. Ayres, J., Ogilvy, M. u. Stewart, G.:
Post mortem changes in stored meats.
I. Microorganisms associated with development of
slime on eviscerated cut up poultry
Food Technol. 4, 1950, 199-205
6. Ayres, J., Walker, H., Fanelli, M., King, A. u. Thomas, F.:
Use of antibiotics in prolonging storage life of
dressed chicken
Food Technol. 10, 1956, 563-568
7. Bänffer, J.:
Comparison of the isolation of Salmonellae from
human faeces by enrichment at 37°C and at 43°C
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A, 217, 1971, 35-40
8. Baird-Parker, A.:
An improved diagnostic and selective medium for
isolating coagulase positive staphylococci
J. Appl. Bact. 25, 1962, 12-19
9. Bajljsov, D., Sachariev, Z. u. Georgiev, L.:
Besonderheiten von Staphylokokken, isoliert vom
Schlachtgeflügel
Mh. Vet.-Med. 29, 1974, 692-694

10. Barnes, E.:
Food poisoning and spoilage bacteria in poultry processing
Vet.Rec. 90, 1972, 720-722
11. Barnes, E.:
The microbiological problems of sampling a poultry carcass
2nd Europ.Symp.Poultry Meat Quality
Oosterbeek, The Netherlands, May 12-16, 1975,
pap.23
12. Barnes, E. u. Impey, C.:
Psychrophilic spoilage bacteria of poultry
J.Appl.Bact. 31, 1968, 97-107
13. Barnes, E. u. Impey, C.:
The isolation and properties of the predominant anaerobic bacteria in the caeca of chickens and turkeys
Brit.Poultry Sci. 11, 1970, 467-481
14. Barnes, E., Mead, G., Barnum, D. u. Harry, E.:
The intestinal flora of chicken in the period 2 to 6 weeks of age, with particular reference to the anaerobic bacteria
Brit.Poultry Sci. 13, 1972, 311-314
15. Barnes, E. u. Shrimpton, D.:
The effect of the tetracycline compounds on the storage life and microbiology of chilled eviscerated poultry
J.Appl.Bact. 21, 1958, 313-329
16. Bartels, H. u. Wöhner, H.-P.:
Hygienisch bedeutsame Schwerpunkte bei der Geflügelschlachtung
Fleischwirtschaft 52, 1972, 1583-1590
17. Baumgartner, E.:
Mitteilungen aus der Laboratoriums Praxis
Mitt.Lebensmittelunters.Hyg. 65, 1974, 335-338
18. Bellstedt, N.:
Einfrieren, Tiefkühl Lagerung und Auftauen von Fleisch
Fleischwirtschaft 48, 1968, 31-36

19. Bendig, J.:
Staphylokokken in Lebensmitteln - ein gesundheits-
gefährdendes Problem für den Konsumenten?
Ernährungsforschung 20, 1975, 22-25
20. Bentler, W.:
Geflügelfleischkonsum und Salmonellenproblem
Fleischwirtschaft 46, 1966, 1333-1339
21. van den Berg, L. u. Lentz, C.:
Effect of cooling, freezing and thawing on chicken
quality
Can.Food.Ind. 35, 1964, 44-47
22. Berner, H. u. Scholtyssek, S.:
Möglichkeiten zur Verbesserung der Schlachthygiene
beim Geflügel
Fleischwirtschaft 48, 1968, 422-428
23. Bischoff, J.:
Gedanken über das Salmonella-Problem
Arch.Lebensmittelhyg. 19, 1968, 83
24. Bisciello Jr., N. u. Schrade, J.:
Evaluation of Hektoen Enteric Agar for the
detection of Salmonella on foods and feeds
J.Ass.Off.Analyt.Chem. 57, 1974, 992-996
25. Blanco, J. u. Dawson, L.:
Survival of Clostridium perfringens on chicken
cooked with microwave energy
Poultry Sci. 53, 1974, 1823-1830
26. Brant, A.:
The current status of poultry chilling in Europe
Poultry Sci. 53, 1974, 1291-1295
27. Brobst, D., Greenberg, J. u. Gezon, H.:
Salmonellosis in poultry and poultry processing
plants in Western Pennsylvania
J.Amer.Vet.Med.Ass. 133, 1958, 435-437
28. Brühann, W. u. Chaumet, J.:
Über die US-amerikanischen Geflügelfleischhygiene-
vorschriften
Arch.Lebensmittelhyg. 24, 1973, 29-36

29. Büchli, K., van Schothorst, M. u. Kampelmacher, E.:
Untersuchungen über die hygienische Beschaffenheit
von mit Wasser respektive Luft gekühltem Schlacht-
geflügel
Arch. Lebensmittelhyg. 17, 1966, 97-99
30. Bulling, E. u. Pietzsch, O.:
Salmonella-Bakterien in Schlachtgeflügel
Berl. Münch. Tierärztl. Wschr. 79, 1966, 132-135
31. Bulling, E. u. Pietzsch, O.:
Ergebnisse und Schlußfolgerungen aus 5-jährigen
Salmonellose-Untersuchungen
Zbl. Vet. Med., B, 15, 1968, 913-954
32. Burton, M.:
Comparison of coliform and enterococcus organisms
as indices of pollution in frozen foods
Food Res. 14, 1949, 434-436
33. Casale, J., May, K. u. Powers, J.:
Effect of three chilling methods on bacteriological,
organoleptic and physical properties of broiler
chicken
Food Technol. 19, 1965, 859-861
34. ten Cate, L.:
Eine einfache und schnelle bakteriologische Betriebs-
kontrolle in fleischverarbeitenden Betrieben mittels
Agar-"Würsten" in Rilsan-Kunstdarm
Fleischwirtschaft 43, 1963, 483-487
35. Clark, D.:
Growth of psychrotolerant Pseudomonads and
Achromobacter on chicken skin
Poultry Sci. 47, 1968, 1575-1578
36. Clark, D.:
Growth of psychrotolerant Pseudomonads and
Achromobacter on various chicken tissues
Poultry Sci. 49, 1970, 1315-1318
37. Craven, S. u. Lillard, H.:
Effect of microwave heating of precooked chicken
on Clostridium perfringens
J. Food Sci. 39, 1974, 1211-1212

38. Culkin, K. u. Fung, D.:
Destruction of *E. coli* and *Salmonella typhi-murium*
in microwave-cooked soups
J. Milk Food Technol. 38, 1975, 8-15
39. Culotta, J. u. Chen, T.:
Hot water and microwave energy for precooking
chicken parts: Effect on yield and organoleptic
quality
J. Food Sci. 38, 1973, 860-863
40. Devriese, L., Devos, A., Beumer, J. u. Maes, R.:
Characterization of *Staphylococci* isolated from
poultry
Poultry Sci. 51, 1972, 389-397
41. Elliot, R. u. Michener, H.:
Microbiological process report: Microbiological
standards and handling codes for chilled and
frozen foods. A review
Appl. Microbiol. 9, 1961, 452-453
42. Essary, E., Moore, W. u. Kramer, C.:
Influence of scald temperatures, chill times and
holding temperatures on the bacterial flora and
shelf-life of freshly-chilled, tray-packed poultry
Food Technol. 12, 1958, 684-687
43. Fishwick, M. u. Lea, C.:
Chemical and organoleptic changes in poultry meat
resulting from the growth of psychrophilic spoilage
bacteria at 1°C
Brit. Poultry Sci. 10, 1969, 239-242
44. Flis, J., Lenkiewicz, E. u. Lojkiewicz, L.:
Das Vorkommen enterotoxischer *Staphylokokkenstämme*
im Bindehautsack des menschlichen Auges
Arch. Lebensmittelhyg. 17, 1966, 156-158
45. Fromm, D.:
Bacterial contamination and shelf-life of freshly
eviscerated broilers as influenced by holding time
in slush ice
Poultry Sci. 36, 1957, 1006-1009
46. Fromm, D.:
Influence of re-using chill tank slush ice on
marked quality of eviscerated broilers
Food Technol. 12, 1958, 257-259

47. Fromm, D.:
An evaluation of techniques commonly used to quantitatively determine the bacteriological population of chicken carcasses
Poultry Sci. 38, 1959, 887-893
48. Fromm, D. u. Monroe, R.:
Moisture absorption and retention of freshly eviscerated broilers as influenced by holding time in slush-ice
Poultry Sci. 37, 1958, 328-331
49. Gärtner, H., Havemeister, G., Waldvogel, B. u. Wuthe, H.:
Qualitative und quantitative Salmonellenuntersuchungen und ihre hygienische Bewertung im Zusammenhang mit dem E.coli-Titer, dargestellt an Beispielen aus den Küstengewässern der Kieler Bucht (westliche Ostsee)
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.B, 160, 1975, 246-267
50. Genigeorgis, C. u. Sadler, W.:
Characterization of strains of Staphylococcus aureus isolated from livers of commercially slaughtered poultry
Poultry Sci. 45, 1966, 973-980
51. Gerlach, R.:
Stufenkontrollen auf Salmonellen in einer Geflügelschlachtereier
Vet.med.Diss.München, 1966
52. Gerriets, E.:
Präventive hygienische Maßnahmen in Junggeflügel-Mastbetrieben und Geflügelschlachtereien
Fleischwirtschaft 47, 1967, 949-954
53. Gibbs, P.:
The incidence of Clostridia in poultry carcasses and poultry processing plants
Brit.Poultry Sci. 12, 1971, 101-110
54. Giske, W. u. Glees, A.:
Fremdwassergehalt bei Gefriergeflügel
Fleischwirtschaft 44, 1964, 297-300
55. Giske, W. u. Glees, A.:
Technologische Vorschläge zur Verbesserung der Hygiene bei der industriellen Geflügelschlachtung (Teil II)
Fleischwirtschaft 46, 1966, 521-524

56. Glees, A., Danneil, E. u. Gattermann, W.:
Technologische Vorschläge zur Verbesserung der
Hygiene bei der industriellen Geflügelschlachtung
Teil I)
Fleischwirtschaft 46, 1966, 403-405
57. Götze, U.:
Hygienische Qualität von Brathähnchen
Arch. Lebensmittelhyg. 24, 1973, 251-253
58. Götze, U.:
Untersuchungen über die hygienische Beschaffenheit
von gefroren im Handel angebotenem in- und aus-
ländischem Geflügel (Brathähnchen, Enten und Puten)
Fleischwirtschaft 54, 1974, 1347-1360
59. Götze, U.:
Das neue Geflügelfleisch-Hygieneprogramm
Schlacht-Viehhof-Ztg. 74, 1974, 258-261
60. Götze, U.:
Vorkommen von Clostridium perfringens bei lebenden
Broilern und Möglichkeiten der Schmierinfektion
beim Schlachten
Fleischwirtschaft 56, 1976, 231-235
61. Götze, U.:
Schlachtung von Geflügel, I. Betäubung - Entblutung -
Brühen - Rupfen
Rdsch. Fleischbesch. 26, 1974, 165-169
62. Götze, U.:
Schlachtung von Geflügel, II. Ausnehmen
Rdsch. Fleischbesch. 27, 1975, 2-4
63. Götze, U.:
Schlachtung von Geflügel, III. Kühlung
Rdsch. Fleischbesch. 27, 1975, 35-39
64. Götze, U.:
Schlachtung von Geflügel, IV. Sortieren - Verpacken
Rdsch. Fleischbesch. 27, 1975, 100-102
65. Götze, U.:
Schlachtung von Geflügel, V. Einfrieren und Lagern
Rdsch. Fleischbesch. 27, 1975, 133-134

66. Goldblith, S. u. Wang, D.:
Effect of microwaves on E.coli and Bac.subtilis
Appl.Microbiol. 15, 1967, 1371-1375
67. Grey, T. u. Lea, C.:
Chemical and organoleptic changes in poultry meat
resulting from the growth of psychophilic spoilage
bacteria at 1°C
Brit.Poultry Sci. 10, 1969, 303-309
68. Großklaus, D.:
Schlachtgeflügelhygiene und Geflügelfleischunter-
suchung
Konf.W.A.V.F.H., Hanita/Israel 3.4. - 7.4.1972
Fleischwirtschaft 52, 1972, 825-826
69. Großklaus, D. u. Lessing, G.:
Hygienische Probleme in Geflügelschlachtereien
Fleischwirtschaft 44, 1964, 1253-1255
70. Großklaus, D. u. Levetzow, R.:
Die Kühlung des Schlachtgeflügels - ein hygienisches
und lebensmittelrechtliches Problem
Berl. Münch.Tierärztl.Wschr. 80, 1967, 187-190
71. Großklaus, D. u. Levetzow, R.:
Sterben Salmonellabakterien im Fleisch von Hasen
und Hähnchen beim Braten bzw. Grillen ab?
Fleischwirtschaft 47, 1967, 114-116
72. Großklaus, D. u. Levetzow, R.:
Geflügel im Schlachtgeschehen
Fleischwirtschaft 50, 1970, 614-615
73. Großklaus, D. u. Neuschulz, J.:
Weitere Untersuchungen zur Frage der Eiswasserkühlung
des Schlachtgeflügels
Arch.Lebensmittelhyg. 17, 1966, 33-36
74. Gühne, W.:
Der Einfluß verschiedener Faktoren auf die Fremdwasser-
aufnahme von Broilerschlachtkörpern bei Wasserkühlung
Fleischwirtschaft 53, 1973, 1725-1728
75. Gühne, W.:
Einfrieren von Brathähnchen ohne vorherige Kühlung
Fleischwirtschaft 54, 1974, 1360-1362

76. György, G.:
Prüfung des durch Bakterien verunreinigten Brühwassers
bei Geflügelschlachtung
Fleischwirtschaft 47, 1967, 461
77. Hájek, V. u. Maršalek, E.:
The occurrence of enterotoxinogenic *Staphylococcus aureus* strains in hosts of different animal species
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.A, 223, 1973, 63-68
78. Hamdy, M. u. Barton, N.:
Fate of *Staphylococcus aureus* in bruised tissue
Appl.Microbiol. 13, 1965, 15-21
79. Hauschild, A.:
Das Enterotoxin von *Clostridium perfringens* Typ A
und seine Rolle bei Lebensmittelvergiftungen
Fleischwirtschaft 52, 1972, 873-875
80. Heath, J., Davis, B., Teekall, R. u. Watts, A.:
Water penetration of broiler carcasses
Poultry Sci. 47, 1968, 1933-1937
81. Hechelmann, H., Rossmanith, E., Perić, M. u. Leistner, L.:
Untersuchung zur Ermittlung der Enterobacteriaceae-
Zahl bei Schlachtgeflügel
Fleischwirtschaft 53, 1973, 107-113
82. Hetherington, C.:
Poultry inspection in Canada
Proc. 5th Symposium W.A.V.F.H., Opatija, Yugosl.
22. - 27. Sept. 1969
83. Hildebrandt, G.:
Fremdwassergehalt bei Gefriergeflügel
Vortrag Dtsch.Tierärztetag, Berlin 1974
84. Hildebrandt, G., Langner, H., Weiß, H. u. Berner, H.:
Das Fremdwasserproblem bei Gefrierhühnern
Arch.Lebensmittelhyg. 26, 1975, 85-93
85. Hunyady, G., Leistner, L. u. Linke, H.:
Erfassung von enteropathogenen *E.coli*-Stämmen bei
Gefrierhähnchen mit Kristallviolett-Neutralrot-
Galle-Glucose-Agar
Fleischwirtschaft 53, 1973, 998-999

86. Hunyady, G. u. Nabholz, C.:
Untersuchungen an Importfleisch an der Grenze:
Versuch einer Standardisierung
Fleischwirtschaft 55, 1975, 112-113
87. Idziak, E. u. Crosley, K.:
Growth and virulence of *Salmonella typhi-murium*
grown in different foods
Appl. Microbiol. 26, 1973, 629-630
88. Inczel, K.:
Die Wirkung eines Hochfrequenzfeldes auf die Ver-
nichtung der in der Fleischindustrie eine Rolle
spielenden Mikroorganismen
Jb. ungar. Forsch. Inst.,
Fleischwirtschaft 51, 1971, 27-32
89. Ingram, M. u. Dainty, H.:
Changes caused by microbes in spoilage of meats
J. Appl. Bact. 34, 1971, 21-39
90. Jurcik, W.:
Der Geflügelfleischkonsum und die Notwendigkeit
der tierärztlichen Schlachtgeflügeluntersuchung
Wien. tierärztl. Mschr. 49, 1962, 321-333
91. Katz, M. u. Dawson, L.:
Water absorption and retention by cut up broiler
parts chilled in polyphosphate solutions
Poultry Sci. 43, 1964, 1541-1546
92. Kauffmann, F.:
Weitere Erfahrungen mit dem kombinierten Anreicherungs-
verfahren für *Salmonellabacillen*
Z. Hyg. 117, 1935, 26-32
93. Kauffmann, F.:
Die Bakteriologie der *Salmonella* Spezies
Verl. Munksgaard, Kopenhagen, 1961
94. Khan, A. u. van den Berg, L.:
Biochemical and quality changes occurring during
freezing of poultry meat
J. Food Sci. 32, 1967, 148-150
95. Kielwein, G.:
Ein Nährboden zur selektiven Züchtung von
Pseudomonaden und *Aeromonaden*
Arch. Lebensmittelhyg. 20, 1969, 131-133

96. Kielwein, G.:
Die Isolierung und Differenzierung von Pseudomonaden
aus Lebensmitteln
Arch. Lebensmittelhyg. 22, 1971, 29-37
97. King, S. u. Metzger, W.:
A new plating medium for the isolation of enteric
pathogens, I. Hektoen-Enteric-Agar
Appl. Microbiol. 16, 1968, 577-578
98. King, S. u. Metzger, W.:
A new plating medium for the isolation of enteric
pathogens, II. Comparison of Hektoen-Enteric-Agar
with SS- and EMB-Agar
Appl. Microbiol. 16, 1968, 579-581
99. Kinsley, R. u. Mountney, G.:
A comparison of methods used for the microbiological
examination of poultry carcasses
Poultry Sci. 45, 1966, 1211-1215
100. Kitchell, A. u. Ingram, M.:
A comparison of bacterial growth on fresh meat and
on frozen meat after thawing
Inst. Pasteur (Lille) Ann. 8, 1956, 121
101. Klein, H.:
Ein Beitrag zur Kontrolle der Wasseraufnahme bei
der Produktion von Geflügel
Fleischwirtschaft 54, 1974, 1492-1494
102. Kleist, K.-U.:
Hygieneketten aufbauen - durch Unterbrechen von
Infektionsketten und Motivation der Mitarbeiter
Ernährungswirtschaft/Lebensmitteltechnik 6, 1975,
363-378
103. Klose, A., Pool, M., De Fremery, D., Campbell, A. u. Hanson, H.:
Effect of laboratory scale agitated chilling of
poultry on quality
Poultry Sci. 39, 1960, 1193-1198
104. Klose, A., Campbell, A. u. Hanson, H.:
Influence of polyphosphates in chilling water on
quality of poultry meat
Poultry Sci. 42, 1963, 743-749

105. Klose, A., Kaufman, U. u. Pool, M.:
Scalding poultry by steam at subatmospheric pressures
Poultry Sci. 50, 1971, 302-304
106. Knoop, G., Parmalee, G. u. Stadelman, W.:
Microbiological characteristics of wet- and dry-chilled poultry
Poultry Sci. 50, 1971, 530-536
107. Knudsen, E. u. Simonsen, B.:
Wasser-Eiweiß-Verhältnis und Wasseraufnahme in Schlachtgeflügel
Fleischwirtschaft 54, 1974, 1953-1960
108. Kotula, A., Banwart, G. u. Kinner, J.:
Effect of postchill washing on bacterial counts of broiler chickens
Poultry Sci. 46, 1967, 1210-1216
109. Kotula, A., Thomson, J. u. Kinner, J.:
Weight increase during chilling of broilers as influenced by method of opening the abdominal cavity during evisceration
Poultry Sci. 39, 1960, 226-227
110. Kotula, A., Thomson, J. u. Kinner, J.:
Bacterial counts associated with the chilling of fryer chickens
Poultry Sci. 41, 1962, 818-821
111. Kraft, A., Elliott, L. u. Brant, A.:
Effect of antibiotic treatment on storage life of turkeys
Food Technol. 12, 1958, 660-662
112. Kusch, D. u. Götze, U.:
Untersuchungen an Staphylokokken aus dem Auftauwasser von Gefriergeflügel
Fleischwirtschaft 54, 1974, 1960-1962, 1965
113. Kusch, D. u. Götze, U.:
Die Ursachen der Staphylokokken-Kontamination bei der Gewinnung von Brathähnchen
Tag.Ber.DVG "Lebensmittelhygiene", Garmisch-Partenkirchen, 1975, 93-96

114. Kusch, D. u. Sinell, H.-J.:
Untersuchungen über die Eigelbreaktion Koagulase-
positiver Staphylokokken auf verschiedenen Nähr-
böden bei erhöhter Bebrütungstemperatur
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.A, 216, 1971, 466-471
115. Kuschfeldt, D. u. Thiel, W.:
Kühlen und Gefrieren von Schlachtgeflügel mit
Flüssig-Stickstoff
Fleischwirtschaft 49, 1969, 1153-1158
116. Labbe, R. u. Duncan, C.:
Sporulation and enterotoxin production by *Clostridium*
perfringens type A under conditions of controlled pH
and temperatures
Can.J.Microbiol. 20, 1974, 1493-1501
117. Lahellec, C., Meurier, C., Bennejean, G. u. Catsaras, M.:
A study of 5920 strains of psychrotrophic bacteria
isolated from chickens
J.Appl.Bact. 38, 1975, 89-97
118. Lang, K.:
Über das Problem der universellen Menschenpathogenität
der Salmonellen
I.Mit.: Die Humanpathogenität der Erreger
spezifischer tierischer Salmonellosen
II.Mit.: Die Humanpathogenität der "seltenen
Salmonellosen"
Dtsch.tierärztl.Wschr. 68, 1961, 305-308, 474-477,
530-534
119. Lea, C., Stevens, B. u. Smith, M.:
Chemical and organoleptic changes in poultry meat
resulting from the growth of psychrophilic
spoilage bacteria at 1°C
Brit.Poultry Sci. 10, 1969, 203-217, 229-238
120. Lechowich, R., Beuchat, L., Fox, K. u. Webster, F.:
Procedure for evaluating the effects of 2,450 mega-
hertz microwaves upon *Streptococcus faecalis* and
Saccharomyces cerevisiae
Appl.Microbiol. 17, 1969, 106-110
121. Leistner, L.:
Ein neues Verfahren zur Ermittlung oberflächlichen
Keimgehaltes bei Fleisch und Fleischwaren
Arch.Lebensmittelhyg. 7, 1956, 7-10

122. Leistner, L.:
Pathogene Mikroorganismen und die mikrobiellen
Toxine in den vom Tier stammenden Lebensmitteln
Fleischwirtschaft 52, 1972, 230-232
123. Leistner, L.:
Hygieneprobleme bei der Geflügelschlachtung
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.B, 156, 1972, 216-225
124. Leistner, L.:
Hygienische und qualitative Anforderungen an
Schlachtgeflügel
Arch.Lebensmittelhyg. 24, 1973, 187-189
125. Leistner, L.:
Sprüh-Luft-Kühlung von Schlachthähnchen, ein
Alternativ-Verfahren zum Spinchiller
Fleischwirtschaft 53, 1973, 1299-1301
126. Leistner, L.:
Yersinia enterocolitica, ein Lebensmittelvergifter
Tag.Ber.DVG "Lebensmittelhygiene", Garmisch-
Partenkirchen, 1975, 40-48
127. Leistner, L., Rossmann, E. u. Woltersdorf, W.:
Rationalisierung des Sprühkühlverfahrens für
Schlachthähnchen
Fleischwirtschaft 52, 1972, 362-364
128. Leistner, L. u. Szentkúti, L.:
Zwei Methoden zur bakteriologischen Untersuchung
von Schlachtgeflügel
Fleischwirtschaft 50, 1970, 81
129. Leistner, W.:
Über den Auftauprozess des Gefrierfleisches im
Hinblick auf Qualität und Haltbarkeit
Mh.Vet.-Med. 18, 1963, 503-505
130. Levetzow, R.:
Clostridien in Lebensmitteln unter besonderer
Berücksichtigung der Bakteriologischen Fleisch-
untersuchung (BU)
Arch.Lebensmittelhyg. 22, 1971, 213-220
131. Levetzow, R.:
Hygienevorschriften für Geflügelschlachtbetriebe
Bundesgesundheitsblatt 15, 1972, 39-42

132. Lillard, H.:
Occurrence of *Clostridium perfringens* in broiler processing and further processing operations
J. Food Sci. 36, 1971, 1008-1010
133. Lillard, H.:
Contamination of blood system and edible parts of poultry with *Clostridium perfringens* during water scalding
J. Food Sci. 38, 1973, 151-154
134. Linderholm, K.:
Methods to reduce the risk of salmonellae-contamination in poultry slaughter-houses
Proc. 5th Symposium W.A.V.F.H., Opatija, Yugosl. 22. - 27. Sept. 1969
135. Lölliger, H.-C., Matthes, S. u. Schubert, H.-J.:
Ausmaß und Folgen bakterieller Einzootien in modernen Geflügelbeständen und Möglichkeiten ihrer Kontrolle
Zbl. Vet. Med., Beiheft 17, 1972, 79-86
136. Lorenz, E.:
Probleme der Schlachtgeflügeluntersuchung
Proc. 4th Symposium W.A.V.F.H., Lincoln, USA, 25. - 30. Juli 1965
137. Lorenz, E.:
Schlachtmethoden, Zubereitung, Verpacken, Kühlen, Lagern und Transport des Schlachtgeflügels
Bundesgesundheitsblatt 15, 1972, 50-54
138. Mallmann, W., Dawson, L., Sultzer, B. u. Wright, H.:
Studies on microbiological methods for predicting shelf-life of dressed poultry
Food Technol. 12, 1958, 122-126
139. Marshall, R., Steenbergen, J. u. McClung, L.:
Rapid technique for the enumeration of *Clostridium perfringens*
Appl. Microbiol. 13, 1965, 559-563
140. Matthes, S., Lölliger, H.-C. u. Schubert, H.-J.:
Die bakteriellen Infektionen in Legehennenbeständen im Hinblick auf ihre klinische und hygienische Bedeutung für Mensch und Tier
Arch. Geflügelkde 35, 1971, 13-17

141. May, K.:
Skin contamination of broilers during commercial evisceration
Poultry Sci. 40, 1961, 531-536
142. May, K.:
Changes in microbial numbers during final washing and chilling of commercially slaughtered broilers
Poultry Sci. 53, 1974, 1282-1285
143. May, K., Helmer, R. u. Saffle, R.:
Effect of phosphate treatment on carcass-weight changes and organoleptic quality of cut-up-chicken
Poultry Sci. 42, 1963, 24-32
144. May, K., Irby, J. u. Carmon, J.:
Shelf life and bacterial counts of excised poultry tissue
Food Technol. 16, 1962, 66-68
145. Mayer, S.:
Eigenschaften von aus Kuhmilch isolierten Staphylokokken im Hinblick auf die Beurteilung von Milch
Milchwissenschaft 30, 1975, 607-608
146. McMeekin, T.:
Spoilage association of chicken breast muscle
Appl. Microbiol. 29, 1975, 44-47
147. McVicker, R., Dawson, L., Mallmann, W., Walter, S. u. Jones, E.:
Effect of certain bacterial inhibitors on shelf-life of fresh fryers
Food Technol. 12, 1958, 147-149
148. Mead, G. u. Adams, B.:
Some observations on the caecal microflora of the chick during the first two weeks of life
Brit. Poultry Sci. 16, 1975, 169-176
149. Mead, G. u. Impey, C.:
The distribution of Clostridia in poultry processing plants
Brit. Poultry Sci. 11, 1970, 407-414
150. Mead, G. u. Thomas, N.:
The bacteriological condition of eviscerated chickens processed under controlled conditions in a spin-chilling system and sampled by two different methods
Brit. Poultry Sci. 14, 1973, 413-419

151. Melko, S.:
Vorschlag eines bakteriologischen Standards für
Gefrierhähnchen
Vet.med.Diss.FU Berlin 1974
152. Melko, S. u. Leistner, L.:
Vorschlag eines Standards für den Keimgehalt von
Schlachthähnchen
Jb.Bundesanstalt Fleischforsch. 1972, I 54-55
153. Morris, G. u. Wells, J.:
Salmonella contamination in a poultry-processing
plant
Appl.Microbiol. 19, 1970, 795-799
154. Mossel, D.:
Aufgaben und Durchführung der modernen hygienisch-
bakteriologischen Lebensmittelüberwachung
Wien.tierärztl.Mschr. 43, 1956, 321 u. 596
155. Mossel, D.:
Enumeration of sulphite reducing clostridia
occurring in foods
J.Sci.Food Agr. 10, 1959, 662-669
156. Mossel, D. u. Cornelissen, A.:
The examination of foods for Enterobacteriaceae
using a test of the type generally adopted for
the detection of Salmonellae
J.Appl.Bact. 26, 1963, 444-452
157. Mossel, D., Mengerink, W. u. Scholts, H.:
Use of a modified MacConkey-Agar medium for the
selective growth and enumeration of Entero-
bacteriaceae
J.Bact. 84, 1962, 381
158. Mountney, G. u. Arganosa, F.:
The effect of phosphates on moisture absorption,
retention and cooking losses of broiler carcasses
Poultry Sci. 41, 1962, 1668
159. Mulder, R. u. Veerkamp, C.:
Improvements in poultry slaughterhouse hygiene
as a result of cleaning before cooling
Symp.Poultry Meat, Roskilde, Denmark,
30.July - 2.Aug. 1973

160. Mulder, R. u. Veerkamp, C.:
Microbiological aspects of water-cooling on
poultry carcasses
Lebensmittelwiss. und -technol. 7, 1974, 127-131
161. Nagel, C., Simpson, K., Vaughn, H. u. Stewart, G.:
Microorganisms associated with spoilage of
refrigerated poultry
Food Technol. 14, 1960, 21-23
162. Notermans, S., Jeunink, J., van Schothorst, M. u.
Kampelmacher, E.:
Comparative studies on cross contamination in
a spinchiller and a spray cleaner
Tijdschr. Diergeneesk. 99, 1974, 352-357
163. Notermans, S. u. Kampelmacher, E.:
Attachment of some bacterial strains to the
skin of broiler chickens
Brit. Poultry Sci. 15, 1974, 573-585
164. Notermans, S., van Leusden, F., van Schothorst, M. u.
Kampelmacher, E.:
Contamination of broiler chickens with Salmonella
during processing in a number of poultry
processing plants
Tijdschr. Diergeneesk. 100, 1975, 259-264
165. Notermans, S., van Schothorst M. u. Kampelmacher, E.:
Der Einfluß des Keimgehaltes des Spinchiller-
Wassers auf den Keimgehalt des Tauwassers von
Gefrierhähnchen
Fleischwirtschaft 55, 1975, 1087-1090
166. Ochi, Y., Mitsuoka, T. u. Segi, T.:
Untersuchung über die Darmflora des Huhnes
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A, 193, 1964, 80-95
167. Osner, R. u. Shrimpton, D.:
Relation between loss of fluid from thawing
chicken carcasses and up-take of water during
processing
Brit. Poultry Sci. 7, 1966, 135-142
168. Osner, R. u. Shrimpton, D.:
Influence of chilling and thawing procedures on
the origin of constituents of fluid lost from
chicken carcasses
Brit. Poultry Sci. 7, 1966, 301-307

169. Parry, F.:
Hygienemaßnahmen in der Geflügelindustrie
Fleischwirtschaft 53, 1973, 816
170. Patrick, T., Goodwin, T., Collins, J., Wycke, R. u. Love, B.:
Steam versus hot-water scalding in reducing
bacterial loads on the skin of commercially
processed poultry
Appl. Microbiol. 23, 1972, 796-798
171. Patterson, J.:
Chlorination of water used for poultry processing
Brit. Poultry Sci. 9, 1968, 129-133
172. Patterson, J.:
Salmonellae in meat and poultry, poultry plant
cooling waters and effluents and animal feeding
stuffs
J. Appl. Bact. 32, 1969, 329-337
173. Patterson, J.:
Bacterial contamination of processed poultry
Brit. Poultry Sci. 10, 1969, 89-93
174. Patterson, J.:
Microbiological aspects of poultry processing
Brit. Poultry Sci. 12, 1971, 197-203
175. Pavlus, G. u. Szentkúti, L.:
Fremdwasseraufnahme durch Schlachthähnchen
während der Spinchiller-Kühlung
Fleischwirtschaft 50, 1970, 215-216
176. Perić, M., Rossmanith, E. u. Leistner, L.:
Untersuchungen über die Beeinflussung des
Oberflächenkeimgehaltes von Schlachthähnchen
durch die Spinchillerkühlung
Fleischwirtschaft 51, 1971, 216-218
177. Perić, M., Rossmanith, E. u. Leistner, L.:
Verbesserung der mikrobiologischen Qualität
von Schlachthähnchen durch die Sprühkühlung
Fleischwirtschaft 51, 1971, 574-577
178. Peterson, A. u. Gunderson, M.:
Role of psychrophilic bacteria in frozen food
spoilage
Food Technol. 14, 1960, 413-417

179. Pietzsch, O. u. Levetzow, R.:
Das Problem der Geflügelsalmonellose in Beziehung
zur Geflügelkühlung
Fleischwirtschaft 54, 1974, 76-78
180. Pietzsch, O. u. Lorenz, E.:
Probleme der Schlachtgeflügelsalmonellose
(Ergebnisse eines Feldversuchs)
Fortschritte Vet.Med., Heft 17, 1972, 184-188
181. Prost, E.:
Ätiologie der Clostridium-perfringens-
Lebensmittelvergiftungen
Mh.Vet.-Med. 30, 1975, 339-342
182. Quaas, R.:
Zur Vorkühlung der Schlachtkörper in den
Geflügelschlachtbetrieben
Fleisch 28, 1974, 111-114
183. Ray, B. u. Speck, M.:
Repair of injury induced by freezing of Escherichia
coli as influenced by recovery medium
Appl.Microbiol. 24, 1972, 258-263
184. Ray, B. u. Speck, M.:
Enumeration of Escherichia coli in frozen samples
after recovery from injury
Appl.Microbiol. 25, 1973, 409-503
185. Reuter, G.:
Erfahrungen mit Nährböden für die selektive
mikrobiologische Analyse von Fleischerzeugnissen
Arch.Lebensmittelhyg. 19, 1968, 53-57 u. 84-89
186. Reuter, G.:
Vorkommen und Bedeutung von psychrotrophen
Mikroorganismen im Fleisch
Arch.Lebensmittelhyg. 23, 1972, 272-275
187. Ristić, M.:
Einflüsse der Schlachtmethodik auf die Qualität
von Broilerschlachtkörpern
Agr.Diss. Hohenheim 1970
188. Roberts, D.:
Observations on procedures for thawing and spit-
roasting frozen dressed chickens, and post-cooking
care and storage: with particular reference to
food-poisoning bacteria
J.Hyg., Camb. 70, 1972, 565-588

189. Roskey, C. u. Hamdy, M.:
Bruised poultry tissue as a possible source
of staphylococcal infection
Appl. Microbiol. 23, 1972, 683-687
190. Sadler, W.:
Prevalance of bacterial human pathogens in the
tissues and intestinal tracts of marked poultry
Proc. 4th Symposium W.A.V.F.H., Lincoln, USA,
25. - 30. Juli 1965
191. Sanders, D.:
Fluorescent dye tracing of water entry and
retention in chilling of broiler chicken carcasses
Poultry Sci. 48, 1969, 2032-2037
192. Sanders, D. u. Blackshear, C.:
Effect of chlorination in the final washer on
bacterial counts of broiler chicken carcasses
Poultry Sci. 50, 1971, 215-219
193. Sauter, E., Ardrey, W. u. Peterson, C.:
Reduction of shelf-life of fresh fryers due to
infection with E.coli prior to processing
Poultry Sci. 47, 1968, 1470-1473
194. Scharner, E.:
Erhitzung des Fleisches mit Mikrowellenenergie
Mh. Vet.-Med. 28, 1973, 521-524
195. Schermerhorn, E. u. Stadelmacher, W.:
Effects of polyphosphates on water uptake,
moisture retention, and cooking loss in broilers
Poultry Sci. 41, 1962, 1680-1681
196. Schmidhofer, T.:
Hygiene bei der Geflügelschlachtung
Wien. tierärztl. Mschr. 56, 1969, 402-410
197. Schmidt-Lorenz, W.:
Psychrophile Mikroorganismen und tiefgefrorene
Lebensmittel
Alimenta 9, 1970, 32-45
198. Schmidt-Lorenz, W.:
Mikrobiologische Probleme bei tiefgefrorenen und
gefriergetrockneten Lebensmitteln
Alimenta 9, 1970, 245-252

199. Schmidt-Lorenz, W. u. Gutschmidt, J.:
Mikrobielle und sensorische Veränderung gefrorener
Brathähnchen und Poularden bei Lagerung im
Temperaturbereich von $-2,5^{\circ}$ bis -10°C
Fleischwirtschaft 49, 1969, 1033-1041
200. Scholtyssek, S. u. Berner, H.:
Die Einwirkung des Schlachtprozesses auf die
Qualität von Jungmasthühner-Schlachtkörpern
Fleischwirtschaft 47, 1967, 235-238
201. Scholtyssek, S., Heimbach, P. u. Berner, H.:
Untersuchungen über ein neues Kühlverfahren für
Schlachtgeflügel
I. Einleitung
II. Versuchsanlage und kältetechnischer Teil
der Untersuchung
III. Hygienische Überprüfung des Verfahrens
Fleischwirtschaft 49, 1969, 1479-1486, 1617-1623
202. van Schothorst, M., Guinée, P., Kampelmacher, E. u.
van Keulen, A.:
Prevalance of Salmonella in poultry in the
Netherlands
Zbl.Vet.Med., B, 12, 1965, 422-428
203. van Schothorst, M., Mossel, D. u. Kampelmacher, E.:
Stufenkontrollen mit Agarwürsten nach Ten Cate
Arch.Lebensmittelhyg. 17, 1966, 1-4
204. van Schothorst, M., Northolt, M., Kampelmacher, E. u.
Notermans, S.:
Studies of the estimation of the hygienic
condition of frozen broilers
2nd Europ.Symp.Poultry Meat Quality
Oosterbeek, The Netherlands, May 12 - 16, 1975,
paper 23
205. van Schothorst, M., Notermans, S. u. Kampelmacher, E.:
Einige hygienische Aspekte der Geflügelschlachtung
Fleischwirtschaft 52, 1972, 749-752
206. Schuler, G. u. Badenhop, A.:
Microbiology survey of equipment in selected
poultry processing plants
Poultry Sci. 51, 1972, 830-835

207. Siems, H., Hildebrandt, G., Inal, T. u. Sinell, H.-J.:
Erhebungen über das Vorkommen von Salmonellen
bei gefrorenem Schlachtgeflügel auf dem
deutschen Markt
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.B, 160, 1975, 84-97
208. Sillicker, H., Shank, J. u. Andrews, H.:
Simultaneous determination of total count and
fluorescent Pseudomonads in fresh meat and poultry
Food Technol. 12, 1958, 255-257
209. Sinell, H.-J.:
Lebensmittel- und Handelsrecht beim Inverkehrbringen
von Geflügel (Kennzeichnungsvorschriften, Handels-
klassenverordnung)
Bundesgesundheitsblatt 15, 1972, 87-90
210. Sinell, H.-J. u. Baumgart, J.:
Selektivnährböden mit Eigelb zur Isolierung von
pathogenen Staphylokokken aus Lebensmitteln
Zbl.Bakt.Hyg., I.Abt.Orig.A, 204, 1967, 248-264
211. Sinell, H.-J. u. Krause, P.:
Hygienische Aspekte beim Auftauen von Gefrier-
fleisch
Schlacht-Viehhof-Ztg. 68, 1968, 415-419
212. Sinell, H.-J., Kusch, D. u. Untermann, F.:
Enterotoxin producing Staphylococci in meat pro-
cessing plants: Origin, biochemical properties,
resistance to antibiotics
Europ.J.Appl.Microbiol. 1, 1975, 239-245
213. Sinell, H.-J., Reuter, G. u. Untermann, F.:
Zur Standardisierung der aeroben Gesamtkeimzahl-
bestimmung in Fleisch und Fleischerzeugnissen
Arch.Lebensmittelhyg. 16, 1965, 217-224
214. Singh, S. u. Essary, E.:
Influence of thawing methods on the composition
of drip from broiler carcasses
Poultry Sci. 50, 1971, 364-369
215. Sinha, M., Willinger, H. u. Trcka, J.:
Untersuchungen über das Auftreten von Clostridium
perfringens bei Haustieren
Wien.tierärztl.Mschr. 62, 1975, 163-165

216. Skovgaard, N.:
Poultry slaughter hygiene problems
Proc. 4th Symposium W.A.V.F.H., Lincoln, USA,
25. - 30. Juli 1965
217. Skovgaard, N.:
Ecology and distribution of enterotoxigenic
Staphylococci in meat works
Proc. 6th Symposium W.A.V.F.H., Elsinore, Denmark,
20. - 24. Aug. 1973
218. Smith II, M. u. Muldoon, P.:
Campylobacter fetus subspecies jejuni (Vibrio fetus)
from commercially processed poultry
Appl. Microbiol. 27, 1974, 995-996
219. Speck, M., Ray, B. u. Read Jr., R.:
Repair and enumeration of injured coliforms
by a plating procedure
Appl. Microbiol. 29, 1975, 549-550
220. Stantscheff, S.:
Kühlen des Schlachtgeflügels in Wasser oder Luft?
Fleischwirtschaft 52, 1972, 978
221. Stokes, J. u. Osborne, W.:
A selenite brilliant-green medium for the
isolation of Salmonella
Appl. Microbiol. 3-4, 1955, 217-220
222. Stokes, J. u. Redmond, M.:
Quantitative ecology of psychrophilic micro-
organisms
Appl. Microbiol. 14, 1966, 74-78
223. Sulzbacher, W.:
Effect of freezing and thawing on the growth rate
of bacteria in ground meat
Food Technol. 6, 1952, 341-343
224. Surkiewicz, B., Johnston, R., Moran, A. u. Krumm, G.:
A bacteriological survey of chicken eviscerating
plants
Food Technol. 23, 1969, 1066-1069

225. Suzuki, A., Kawanishi, T., Konoma, H. u. Takayama, S.:
Salmonella contamination of imported frozen
poultry meat
J. Food Hyg. Soc. Japan 15, 1974, 159-176
226. Szentkuti, L.:
Auswahl eines Hygiene-Indikators für Schlacht-
geflügel
Fleischwirtschaft 49, 1969, 1501
227. Szentkuti, L., Pavlus, G. u. Leistner, L.:
Entwicklung eines hygienisch einwandfreien und
wirtschaftlich tragbaren Sprüh-Kühlverfahrens
für Schlachtgeflügel
Fleischwirtschaft 49, 1969, 1639
228. Tamura, K., Hechelmann, H. u. Leistner, L.:
Nachweis von enteropathogenen Escherichia-coli-
Stämmen bei Geflügel und Fleisch
Fleischwirtschaft 51, 1971, 76-77
229. Terayama, T., Igarashi, H., Ushioda, H. u. Zen-Yoji, H.:
Staph. food poisoning III. Enterotoxin production
and coagulase activity of Staphylococcus aureus
strains isolated from food poisoning outbreaks,
healthy subjects and commercial foods
J. Food Hyg. Soc. Japan 13, 1972, 549-554
230. Terjung, F.:
Untersuchungen über das Auftauen von tiefgefrorenem
und gefrorenem Geflügelfleisch mit einem Mikrowellen-
gerät
Arch. Lebensmittelhyg. 25, 1974, 62-63
231. Theloe, G.:
Internationaler Stand der Geflügelfleischbeschau
Mh. Vet.-Med. 16, 1961, 806-812
232. Thomson, J., Banwart, G., Sanders, D. u. Mercuri, A.:
Effect of chlorine, antibiotics, β -propiolactone,
acids, and washing on Salmonella typhimurium on
eviscerated fryer chickens
Poultry Sci. 46, 1967, 146-151
233. Thomson, J., Cox, N., Whitehead, W. u. Mercuri, A.:
Effect of hot spray washing on broiler carcass
quality
Poultry Sci. 53, 1974, 946-952

234. Tillack, J.:
persönl. Mitt. 1975
235. Tompkin, R. u. Kueper, T.:
Factors influencing detection of Salmonellae in
rendered animal by-products
Appl. Microbiol. 25, 1973, 485-487
236. Untermann, F.:
Varianzanalytische Untersuchungen über die Fehler-
größe der "drop-plating"-Technik bei kulturellen
Keimzahlbestimmungen an Lebensmitteln
Zbl. Bakt. Hyg., I. Abt. Orig. A, 215, 1970, 563-571
237. Vacinek, A. u. Toledo, R.:
Heat transfer, organoleptic quality changes and
moisture exchange in air-blast chilled poultry
carcasses
J. Food Sci. 38, 1973, 924-928
238. Vadehra, D., Newbold, M., Schnell, P. u. Baker, R.:
Effects of salts on the water holding capacity of
poultry meat
Poultry Sci. 52, 1973, 2359-2361
239. Veerkamp, C. u. Hofmans, G.:
Simultaneous scalding and plucking
Spelderholt Mededeling 185, 1973
240. Veerkamp, C., Mulder, R. u. Gerrits, A.:
Kühlung und Reinigung von Schlachtgeflügel
Fleischwirtschaft 52, 1972, 612-614
241. Wabeck, C., Schwall, D., Evancho, G., Heck, J. u. Rogers, A.:
Salmonella and total count reduction in poultry
treated with sodium hypochlorite solutions
Poultry Sci. 47, 1968, 1090-1094
242. Warseck, M., Ray, B. u. Speck, M.:
Repair and enumeration of injured coliforms in
frozen foods
Appl. Microbiol. 26, 1973, 919-924
243. Watson, W. u. Brown, J.:
Salmonella infection and meat hygiene: poultry meat
Vet. Rec. 96, 1975, 351-353

244. Weise, E.:
persönl. Mitt. 1976
245. White, A. u. White, H.:
Some aspects of the microbiology of frozen peas
J.Appl.Bact. 25, 1962, 62-65
246. Willis, A. u. Hobbs, G.:
A medium for the enumeration of Clostridia
producing opalescence in egg-yolk emulsion
J.Path.Bact. 75, 1958, 299-305
247. Willis, A. u. Hobbs, G.:
Some new media for the isolation and identification
of Clostridia
J.Path.Bact. 77, 1959, 511-521
248. Woltersdorf, W.:
Die Bestimmung des Wassergehaltes in Gefrier-
hähnchen und Vorschlag eines Grenzwertes
Fleischwirtschaft 51, 1971, 531-534
249. Woltersdorf, W.:
Untersuchung zur Methodik der Bestimmung des
Fremdwassergehaltes in Hühnern
Fleischwirtschaft 51, 1971, 1245-1246
250. Woltersdorf, W.:
Beurteilung des Fremdwassergehaltes von Putenfleisch
Tag.Ber.DVG "Lebensmittelhygiene" Garmisch-
Partenkirchen, 1974
251. Woltersdorf, W. u. Leistner, L.:
Vorschlag von Standards für den Fremdwassergehalt
von Schlachthähnchen
Fleischwirtschaft 53, 1973, 710-711
252. Woltersdorf, W., Rossmanith, E., Perić, M. u. Leistner, L.:
Wettbewerbsfähigkeit der inländischen Industrie
bei Anwendung der Sprühkühlung für Schlachtgeflügel
Arch.Lebensmittelhyg. 21, 1970, 278-280
253. Woltersdorf, W. u. Schraml, G.:
Einfluß der Auftautemperatur auf den Drip-Verlust
von Gefrierhähnchen
Fleischwirtschaft 54, 1974, 942-943

254. Woodburn, M.:
Incidence of Salmonellae in dressed broiler-fryer chickens
Appl. Microbiol. 12, 1964, 492-495
255. Woodburn, M. u. Stadelmann, W.:
Salmonellae contamination of production and processing facilities for broilers and ducklings
Poultry Sci. 47, 1968, 777-782
256. Zindel, H. u. Bennet, M.:
Salmonellae in poultry feeds
Poultry Sci. 47, 1968, 1525-1528
257. Zrenner, K. u. Trautwein, H.:
Technologie und Hygiene in einer Geflügelschlachtereier
Schlacht-Viehhof-Ztg. 74, 1974, 55-62
258. Information 20/1975 BMELF
Dtsch. Tierärzteblatt 23, 1975, 303
259. Gesetz zur Verhütung und Bekämpfung übertragbarer Krankheiten beim Menschen (Bundes-Seuchengesetz) vom 18. Juli 1961, BGBI. I, 1012
260. Gesetz über den Verkehr mit Lebensmitteln, Tabakerzeugnissen, kosmetischen Mitteln und sonstigen Bedarfsgegenständen vom 20. Aug. 1974, BGBI. I, 1945
261. Verordnung über gesetzliche Handelsklassen für geschlachtetes Geflügel und für Geflügelteile vom 15. Sept. 1965, BGBI. I, 1368; i. d. F. vom 9. 8. 1971, BGBI. I, 1345
262. EWG-Richtlinie 71/118 zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch
Amtsbl. Europ. Gem. Nr. L 55 vom 8. März 1971, 23
263. Richtlinie des Rates 75/431/EWG zur Änderung der Richtlinie 71/118/EWG zur Regelung gesundheitlicher Fragen beim Handelsverkehr mit frischem Geflügelfleisch
Amtsbl. Europ. Gem. Nr. L 192 vom 24. Juli 1975, 6
264. Geflügelfleischhygienegesetz (GF1HG) vom 12. Juli 1973, BGBI. I, 776

265. Verordnung über die amtlichen Untersuchungen des
Schlachtgeflügels und des Geflügelfleisches
(Geflügelfleischuntersuchungs-Verordnung)
vom 24.Juli 1973, BGBl.I, 882
266. Drion,E. u. Mossel,D.:
Salmonellennachweis durch Prüfung auf
Enterobacteriaceae
Fleischwirtschaft 53, 1973, 1747
267. Van Schothorst,M. u. van Leusden,F.:
Further studies on the isolation of injured
salmonellae from foods
Zbl.Bakt.Hyg.,I.Abt.Orig.A, 230, 1975, 186-191

Herrn Prof. Dr. U. Götze danke ich für die Über-
lassung des Themas sowie für seine stets hilfreiche
Beratung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Ferner bin ich den Mitarbeitern des Instituts für
Lebensmittelhygiene, Fleischhygiene und -technologie
für ihre Unterstützung dankbar.

Lebenslauf

Geboren wurde ich, Alexander Danco, am 6. Mai 1950 in Dortmund als Sohn des Kaufmanns Wolfgang Danco und seiner Ehefrau Anita, geb. Schirp.

Im Anschluß an eine vierjährige Volksschulzeit besuchte ich von 1959 bis 1965 das altsprachliche Schiller-Gymnasium in Hameln/Weser und wechselte dann auf das mathematisch-naturwissenschaftliche Theodor-Heuss-Gymnasium in Wolfsburg über, wohin meine Eltern verzogen waren.

1968 bestand ich dort das Abitur und begann im Wintersemester 1968/69 an der Freien Universität Berlin das Studium der Veterinärmedizin, das ich im Mai 1974 erfolgreich abgeschlossen habe.

Seit dem 1.10. 1974 bin ich als wissenschaftlicher Assistent im Institut für Mikrobiologie des Fachbereichs 13 der Technischen Universität Berlin tätig.

